BOTANISKA NOTISER

FÖR ÅR 1927

UTGIVNA AV

LUNDS BOTANISKA FÖRENING

REDIGERADE AV

HARALD KYLIN

HÄFTE 4

DISTRIBUTÖR:
C. W. K. GLEERUP, FÖRLAGSBOKHANDEL
LUND

BOTANISKA NOTISER 1927, LUND 1927.

Über die Embryologie von Gentiana prostrata Hänk. und die Antipoden der Gentianaceen.

von K. A. HUGO STOLT.

Das Material für diese Untersuchung verdanke ich meinem Freunde Herrn Dozenten ERIK ASPLUND. Während seiner botanischen Forschungsreise in Bolivia 1920—1921 sammelte und fixierte er auch *Gentiana prostrata* und sandte das Material an mich. Auf dem Wege wurde aber ein Teil der Fixierungen vernichtet und durch diesen Verlust erklären sich gewisse Lücken in der vorliegenden Untersuchung. Ich erlaube mir auch an dieser Stelle Herrn Dozenten ERIK ASPLUND meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Als Fixierungsflüssigkeit wurde Zinkchlorid—Essigsäure —Alkohol und CARNOY'sche Mischung angewandt.

Gentiana prostrata gehört zur grössten Sektion der Gattung *Gentiana*, nämlich *Chondrophylla* (GILG 1895), die mehr als 50 Arten umfasst, welche alle in den Hochgebirgen der Alten Welt und Amerikas heimisch sind. Einige hierhergehörige Arten sind mehrjährig, die meisten aber einjährig. Zu den letzteren gehört *Gentiana prostrata*, deren Verbreitungsgebiet Mitteleuropa, Nord- und Mittelasien bis Tibet und Kan-su sowie Nord- und Südamerika ist. Keine Art dieser Sektion ist früher embryologisch untersucht worden.

Die Samenanlagen gehören dem anatropen Typus an (Fig. 3, 4, 5), ihre Orientierung ist pleurotrop. Auf Querschnitten durch Fruchtknoten tragen die Plazenten je zwei bis vier, gewöhnlich drei, Samenanlagen (Fig. 1, 2), der ganze Schnitt somit acht bis sechszehn. In Fällen mit der

höchsten Anzahl Samenanlagen verdrängen sie sich gegenseitig gegen die Mitte der beiden Fruchtblätter zu. Wie bei anderen von mir untersuchten *Gentiana*arten mit vielen Samenanlagen, z. B. *Gentiana tibetica* und *Gentiana cruciata* (Stolt 1921, S. 5, Fig. 6) bleibt auch hier ein Längsstreifen in der Mitte der Fruchtblätter frei von Samenanlagen (Fig. 2). Auch in diesem Falle findet also Coulter's und Chamberlain's (1919, S. 50) Behauptung, dass die Samenanlagen bei »many species of Gentiana» auf der ganzen inneren Oberfläche der Fruchtblätter plazentiert sein können, keine Stütze.

Die Embryosackmutterzelle wird unmittelbar unter der Epidermis der Nuzellusanlage als eine einzige, grössere Zelle sichtbar (Fig. 3). Das Integument wird in gleicher Weise wie bei *Erythraea* und *Exacum* (Stolt 1921, S. 9) entwickelt, in gleicher Zeit mit der Krümmung des Nuzellus, auf der Aussenseite kräftiger als auf der Innenseite (Fig. 4). Der Funiculus scheint in frühen Stadien etwas länger als bei den übrigen von mir untersuchten *Gentiana*arten zu sein (Fig. 3, 4).

Durch zwei aufeinanderfolgende Teilungen wird eine Tetrade gebildet (Fig. 5 bis 9). Wie bei den anderen *Gentiana*arten wird die basale Zelle zum Embryosack von Normaltypus weiterentwickelt (Fig. 10 bis 14), während die drei übrigen Tetradenzellen untergehen. Die Kerne können bei diesen Teilungen verschiedene Stellungen einnehmen, wobei die Form und der Plasmareichtum des Embryosacks von Einfluss sein dürften (Fig. 10 bis 14). Bemerkenswert ist, dass man auch im vier- und achtzelligen Stadium Reste zerstörter Zellen unmittelbar ausserhalb des Embryosacks findet. Diese Reste werden durch Hämatoxylin stark gefärbt und erscheinen auf den Schnitten als schwarze Klumpen (Fig. 12, 13, 18). Wahrscheinlich sind sie teilweise Nuzellusreste (Fig. 12, 13), teilweise aber auch, wenigstens bei älteren Stadien, Reste, die vom inneren Zellenlager des Integuments stammen (Fig. 18).

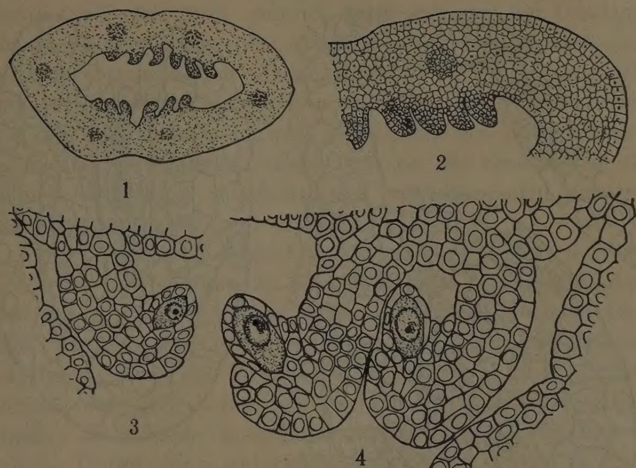


Fig. 1—4. *Gentiana prostrata.* Fig. 1. Querschnitt eines jungen Fruchtknotens. Fig. 2. Querschnitt einer Placenta. Fig. 3—4. Junge Samenanlagen mit Embryosackmutterzellen. — Fig. 1. Vergr 60: 1. Fig. 2. Vergr. 130: 1. Fig. 3—4. Vergr. 300: 1.

Einigemale habe ich unter dem Embryosack eine Zelle gefunden, von der ich wenigstens in einem Falle annehmen muss, dass sie von einer Tetradenzelle stammt. In diesem Falle wäre also der Embryosack aus der zweituntersten Tetradenzelle entstanden. Dahlgren (1915, S. 185) führt einen derartigen Fall bei *Acicarpha tribuloides* Juss. an und verweist auch auf eine ältere Beobachtung von Palm (1914) bei *Aster novae—angliae.* In meinen Fällen konnten an den Querschnitten durch die Fruchtknoten ungewöhnlich viele, dicht gepackte Samenanlagen festgestellt werden. Ich halte es daher nicht für ausgeschlossen, dass Platzmangel und dadurch entstehende ungewöhnliche Druckverhältnisse Mitursachen derartiger Anomalien sein können.

Die Form der Samenanlagen steht zur Zeit der vollständigen Entwicklung des Embryosacks zwischen der des *Gentiana ciliata*-Typus (Guérin 1903) und der des *Gentiana*

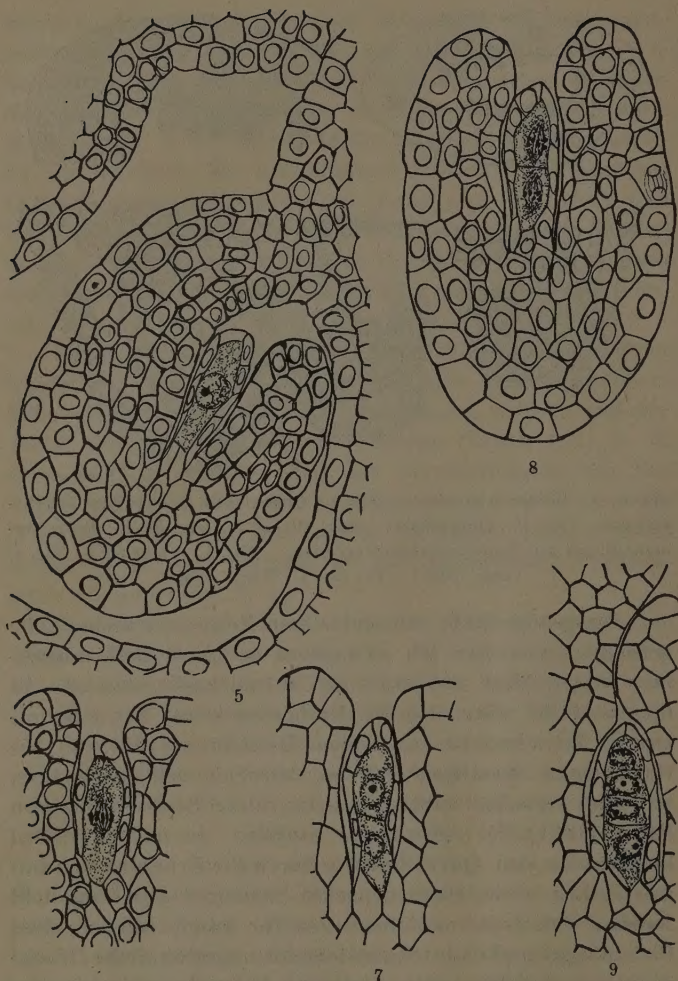


Fig. 5—9. *Gentiana prostrata.* Fig. 5. Samenanlage, Embryosackmutterzelle. Fig. 6. Heterotypische Teilung in der Embryosackmutterzelle. Fig. 7. Dyade. Fig. 8. Homöotypische Teilung. Fig. 9. Tetrade. — Vergr. 400: 1.

campestris-Typus und stimmt nahe mit der bei *Gentiana nivalis* überein (Fig. 19). Auch die den Embryosack unmittelbar umgebenden Zellenschichten stimmen mit den entsprechenden bei *Gentiana nivalis* überein (Fig. 19). Hier wie dort ist es auch schwer, die Grenze des Embryosacks gegen das Integument anzugeben, da die Grenzzellen oft mehr oder weniger eingeschrumpft und plasmaarm, manchmal sogar aufgelöst sind (Fig. 18, 19).

Der Eiapparat scheint von demselben Typus wie bei *Erythraea Centaurium* zu sein (Fig. 18). Die Synergiden sind mit grossen Vakuolen an der Basis versehen, bisweilen auch an der Spitze, oder mit dünnerem und von Hämatoxylin weniger gut färbbarem Protoplasma. Gewöhnlich reichen die drei Zellen gleich weit in den Embryosack hinein, die Eizelle manchmal etwas tiefer als die Synergiden. Unmittelbar unterhalb der Eizelle liegen die Polkerne oder später der Zentralkern. Die Eizelle enthält anfänglich sehr wenig, im unteren Teile angehäuftes Protoplasma, in das der Kern eingebettet ist. Der grösste Teil der Eizelle wird von einer Vakuole eingenommen (Fig. 18 b).

Besonderes Interesse ist an die Antipoden geknüpft (Fig. 15—20), da diese ihrer Zahl und ihrer Entwicklung nach innerhalb der Familie nicht nur von Gattung zu Gattung, sondern auch innerhalb der *Gentiana*arten sehr veränderlich sind (Stolt 1921, S. 16, Fig. 43—49). Trotz der grossen Anzahl untersuchter Präparate von *Gentiana prostrata* habe ich nie mehr als drei Antipoden gefunden (Fig. 15—20), was deshalb bemerkenswert ist, weil sie klein sind und zur Zeit der Embryosacksbefruchtung deutliche Anzeichen von Degeneration erkennen lassen, so dass sie auf den Schnitten nur als stark gefärbte Klümpchen (Fig. 16, 18, 19) erscheinen. *Gentiana prostrata* ist somit die einzige bisher bekannte *Gentiana*art mit konstant drei Antipoden, die gleichseitig schwach ausgebildet sind und früh degenerieren. Früher bekannte Arten mit konstant drei Antipoden sind *Gentiana pneumonanthe, Gentiana*

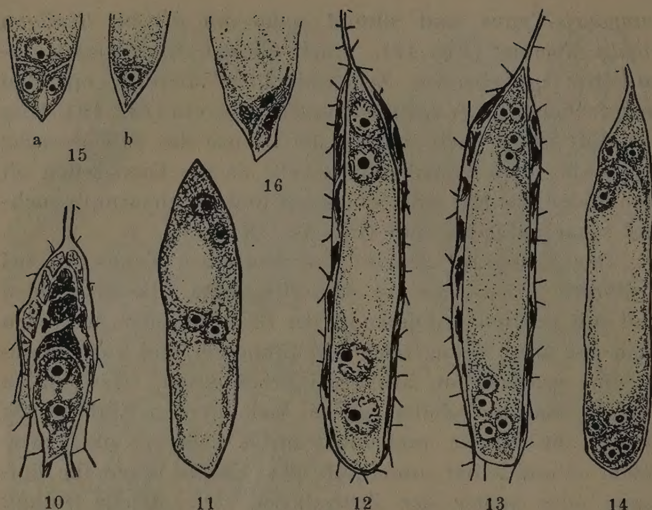


Fig. 10—16. *Gentiana prostrata.* Fig. 10. Zweikerniger Embryosack. Fig. 11—12. Vierkernige Embryosäcke. Fig. 13—14. Achtkernige Embryosäcke. Fig. 15—16. Antipoden. — Vergr. 400: 1.

ciliata und *Gentiana crinita* (Guérin 1903), die insgesamt zur Zeit der Embryosacksbefruchtung gut entwickelte Antipoden besitzen. *Gentiana prostrata* fügt sich also in mein früher (Stolt 1921, S. 19) aufgestelltes Antipodenschema der *Gentianaceen* nicht ohne weiteres ein, sondern bildet eine eigene Untergruppe des Typus A, die durch schwach entwickelte und frühzeitig degenerierende Antipoden gekennzeichnet ist.

Bei der grossen Variation der Antipoden in der *Gentiana*gattung kann es nicht wunder nehmen, dass auch dieser Typus vertreten ist, es wäre im Gegenteil sogar merkwürdig, wenn er fehlen würde.

Wenn man statt der Anzahl der Antipoden ihre Ausbildung und Beständigkeit als Einteilungsgrund wählt. gestaltet sich das Antipodenschema der *Gentianaceen* folgendermassen.

Gruppe I. Antipoden schwach entwickelt, bei Befruchtung des Embryosacks degeneriert.

a) Anzahl konstant drei:
Gentiana prostrata.

b) Anzahl wechselnd von drei bis neun:
Gentiana asclepiadea, G. nivalis, G. straminea, G. Walujewi, G. cruciata, G. tibetica. G. lutea.

Gruppe II. Antipoden normal entwickelt, bei Befruchtung des Embryosacks nicht degeneriert.

Anzahl konstant drei:
Exacum affine, Chlora perfoliata, Erythraea Centaurium, Gentiana pneumonanthe, G. crinita, G. ciliata.

Gruppe III. Antipoden stark entwickelt.

a) Anzahl konstant.

1) drei Antipoden:
Halenia elliptica, Swertia longifolia Boiss.

2) sechs Antipoden:
Gentiana tenella.

b) Anzahl wechselnd, immer grösser als sechs:
Gentiana amarella, G. uliginosa, G. germanica, G. campestris.

Bei Gruppe I ist die Feststellung der Antipodenzahl mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, da die Antipoden klein und protoplasmaarm sind und sich, wie Guérin (1903) betont, bei den meisten Vertretern der Gruppe I b nur auf Kerne beschränken. Wenn sich Angaben über überzählige Antipoden nicht auf direkte Beobachtung von Kern- und Zellenteilung stützen, sind sie mit grösster Zurückhaltung aufzunehmen (vgl. Stolt 1921, Fig. 47, 48 und 57 und Guérin 1903, Fig. 9 über die Antipoden bei *Gentiana tenella* in Gruppe III a 2). Wenn die Antipoden wie bei *Gentiana prostrata* früh degenerieren (Fig. 16, 18—20), kann man sie leicht mit stark gefärbten Klümpchen verwechseln, die

um den Embryosack herum liegen, und zwar am leichtesten mit denen im chalazalen Teil (Fig. 18—20). Diese Klümpchen sind nichts anderes als verschieden stark aufgelöste Grenzzellen, die entweder vom Integument oder im chalazalen Teil vom Nuzellus stammen. Derartige Schwierigkeiten sind nicht auf unsere Familie beschränkt. Håkansson (1923, S. 17) schreibt bezüglich einer Umbellifere, *Didiscus pilosus:* »Auch die Zahl der Antipoden nahm oft zu, aber die Beobachtungen wurden dadurch erschwert, dass verschiedentliche persistierende Nuzelluszellen in der Chalazagegend vorhanden waren, die oft nicht von Antipoden unterschieden werden konnten». Auf dieselbe Schwierigkeit stosst Stenar (1925, S. 35) in der Familie *Malvaceae:* »Das Studium der Antipoden der *Malvaceen* ist wegen der Ähnlichkeit, welche angrenzende Nuzelluszellen im chalazalen Teil der Samenanlage oft mit Antipoden aufweisen, mit grosser Schwierigkeit verbunden.» Dass es sich auch in diesem Falle wie bei *Gentiana prostrata* um die Schwierigkeit handelt degenerierte Antipodenzellen von degenerierten Nuzelluszellen zu unterscheiden, dürfte aus Stenar's weiterer Beschreibung der Antipodenzellen bei mehreren Arten hervorgehen, wo er angibt, dass die Antipoden klein und wenig dauerhaft sind und zur Zeit der vollständigen Entwicklung des Embryosacks bisweilen nur als degenerierte Reste aufzufinden seien. — Ohne behaupten zu wollen, dass betreffs der Beobachtung vierer Antipoden bei *Gentiana asclepiadea* (Guérin 1903, Fig. fehlt) ein Irrtum vorliegen muss, wäre es von Interesse diese Art neuerdings zu untersuchen, um festzustellen, ob sie nicht in dieselbe Gruppe wie *Gentiana prostrata* einzureihen sei.

Auffallend ist die Protoplasmaarmut der Embryosäcke von *Gentiana prostrata.* Da die Antipoden klein sind und früh degenerieren, ist dies ganz natürlich. Meines Erachtens (Stolt 1921, S. 25) sind die Antipoden im Embryosack der *Gentianaceen* Hilfsorgane der Nahrungsaufnahme. Für diese Auffassung spricht meiner Ansicht nach offenkundiger

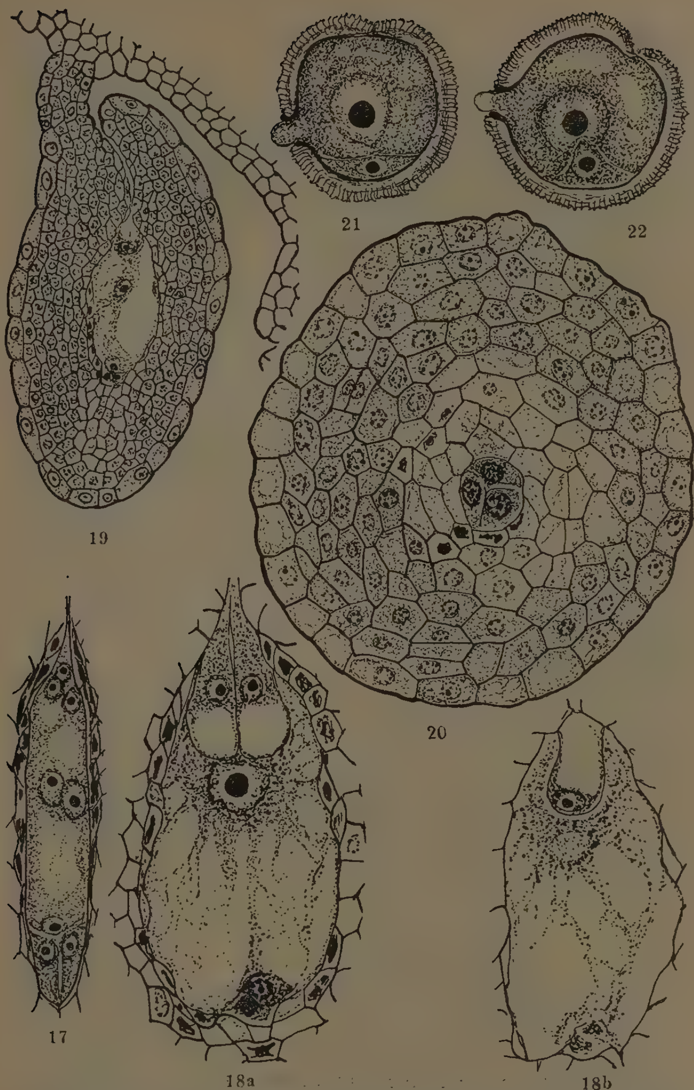


Fig 17—22. *Gentiana prostrata.* Fig. 17. Im achtkernigen Embryosack ist soeben Zellbildung eingetreten. Fig. 18 a, b. Embryosack. Die Polkerne sind zusammengeschmolzen. Fig. 19. Samenanlage. Fig. 20. Querschnitt durch den basalen Teil einer Samenanlage und durch die Antipoden im Embryosacke. Fig. 21. Pollenkorn mit der generativen und vegetativen Zelle. Fig 22. Eindringen der generativen Zelle in die vegetative. — Fig. 17, 18, 20. Vergr. 400: 1. Fig. 19. Vergr. 200: 1. Fig. 21—22. Vergr. 1000: 1.

die Entwicklung bei *Gentianaceen* mit grossen oder mit vielen gut ausgebildeten Antipoden, wie *Halenia, Gentiana campestris, G. germanica* u. a., bei denen das Gewebe unmittelbar um die Antipoden herum schneller aufgelöst wird als in anderen Teilen des Embryosacks. Bei *Gentiana prostrata*, wo die Antipodenzahl konstant drei ist und dieselben klein und schwach entwickelt sind, übersteigt diese Aufgabe sozusagen ihre Kräfte. Sie gehen vorzeitig unter. Der Embryosack ist darauf angewiesen sein Nahrungsbedürfnis auf eigene Hand zu decken, und alle Zellen in der unmittelbaren Nachbarschaft des Embryosacks werden teilweise ihres Inhalts beraubt und gehen daher früzeitig unter (Fig. 18, 19). Dass die Nahrungszufuhr nicht reichlich ist, erkennt man an der Protoplasmaarmut des Embryosacks. Gleiche Verhältnisse dürften auch wenigstens bei gewissen, von mir untersuchten Vertretern dieser Gruppe vorliegen, z. B. bei *Gentiana nivalis, G. cruciata* und *G. tibetica*. Die Anzahl der Antipoden ist zwar bei den beiden letzteren auf acht erhöht, die Nahrungszufuhr ist aber im Grossen und Ganzen dieselbe.

In der Gruppe II haben die Antipoden grössere Bedeutung erlangt. Sie sind immer normal entwickelt, persistieren länger und lassen vor der Befruchtung des Embryosacks keine Anzeichen von Degeneration erkennen. Bis jetzt ist kein Vertreter dieser Gruppe mit mehr als drei Antipoden bekannt. Bei *Gentiana crinita* und *G. ciliata* (Guérin 1903, Fig. 1) ist die Bedeutung der Antipoden am auffälligsten; bei ihnen sind im Vergleich mit den übrigen Vertretern dieser Gruppe die Antipoden besser entwickelt, grösser, protoplasmareicher und mit grösseren Kernen versehen. Sie vermitteln also gewissermassen den Übergang zur Gruppe III.

Durch das oben aufgestellte Antipodenschema kommt *Halenia elliptica* sozusagen in natürlichere Gesellschaft in Gruppe III. Die Antipoden, deren Anzahl anfänglich immer drei ist, sind bei dieser Gruppe noch grösser, ein Umstand,

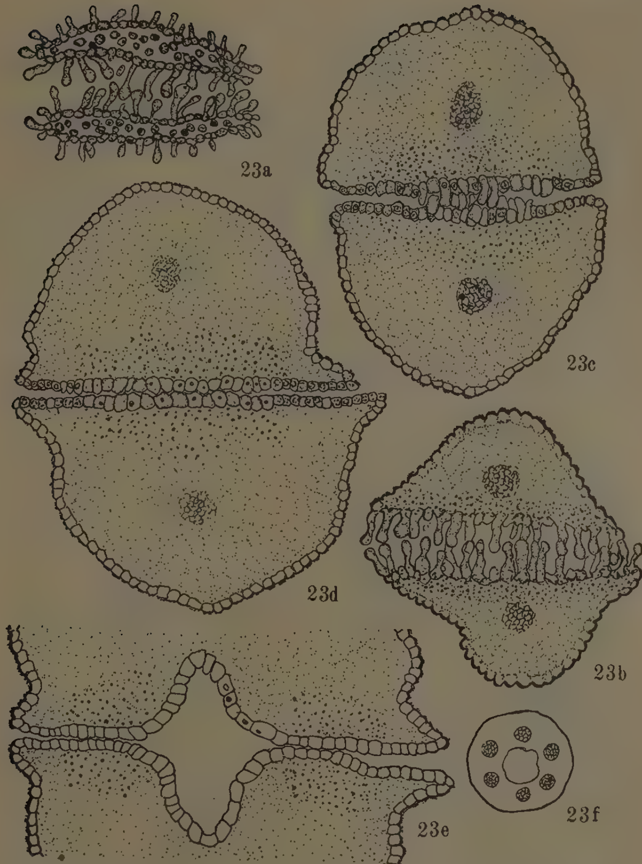


Fig. 23. *Gentiana prostrata.* Schematische Querschnitte durch Narbe, Griffel und Fruchtknoten. Das leitende Gewebe ist durch stärkere Punkte angegeben. Die Kreise bezeichnen Gefässbündel.: a, oberer Teil der Narbe; b, oberer; c, mittlerer und d, unterer Teil des Griffels; e, oberster; f, unterster Teil des Fruchtknotens. — Vergr. 125: 1.

der früher oder später zu einer Teilung der Kerne führt. Diese Kernteilung ist nicht unmittelbar von einer Zellen-

teilung gefolgt, sondern es gibt bei allen bekannten Vertretern immer ein Stadium mit drei zweikernigen Antipoden (STOLT 1921, Fig. 43, 44, 48, 56, 57, 58). Nachher tritt bei allen mit Ausnahme von *Halenia* Wandbildung ein. Man findet also bei allen Vertretern dieser Gruppe ein Stadium mit sechs einkernigen Antipoden, nur nicht bei *Halenia*, die jetzt drei zweikernige Antipoden besitzt. *Gentiana tenella* geht nicht über dieses sechszellige Stadium hinaus. Im Verlaufe des weiteren Wachstums erfolgt eine neuerliche Kernteilung mit demselben Ergebnis wie oben, bei allen Arten mit Ausnahme von *Halenia* folgt nämlich eine Zellenteilung. In diesem Stadium beharrt *Halenia*, bei den übrigen folgen weitere Kern- und Zellenteilungen. Auf diesem Wege gelangen wir also zum *Halenia*-Typus mit konstant drei grossen vielkernigen, dem *Gentiana tenella*-Typus mit konstant sechs einkernigen und dem *Gentiana campestris*-Typus bis jetzt vertreten durch *Gentiana amarella, G. uliginosa, G. germanica* und *G. campestris*, mit mehr als sechs einkernigen Antipoden.

Der Antipodenapparat von *Swertia longifolia* dürfte am meisten an den von *Halenia* erinnern (JACOBSON-PALEY 1920). Die drei Antipoden sind gross und wachsen stark. In ihnen treten Kernteilungen ohne auf diese folgende Zellenteilungen ein in der schon früher bei *Halenia* beschriebenen Weise (JACOBSON-PALEY) 1820, S. 76): »Mais, pas plus que la première, elles ne sont suivies d'un cloisonnement.» Über die Veranlassung dieser Kernteilungen schreibt die Verfasserin (S. 76): »L'afflux de matières nutritives paraît surtout avoir pour effet d'activer ces divisions nucléaires.» Diese erklärung passt auch für *Halenia* gut. Wie ist es aber zu verstehen, dass bei *Gentiana campestris* und den anderen in der Gruppe III b später doch Wandbildung eintritt? Beim Versuch, in unserem Falle die Kern- und Zellenteilungen in den Antipoden zu erklären, dürfte man wohl auch andere Umstände berücksichtigen müssen, nämlich die Lage des Embryosacks in der Samenanlage,

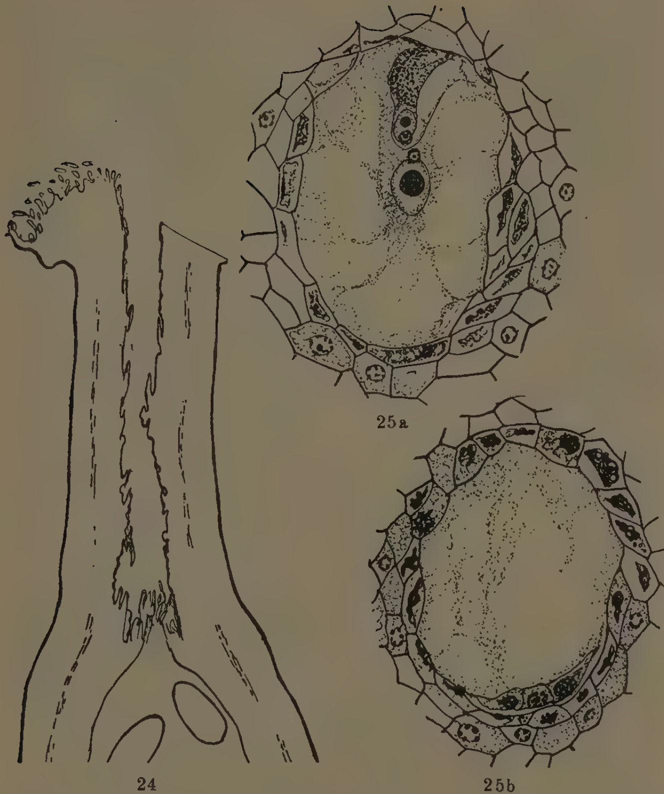


Fig. 24—25. *Gentiana prostrata.* Fig. 24. Längsschnitt durch Narbe und Griffel. Fig. 25. »Doppelbefruchtung». — Fig. 24. Vergr. 25: 1. Fig. 25. Vergr. 400: 1.

den Typus der Samenanlage oder allgemein die gegenseitige Lage des Embryosacks und seiner Nahrung. Nach der Befruchtung und dem Eintritt von Teilungen im Endosperm hypertrophieren die Antipoden von *Swertia longifolia* und verändern Form und Aussehen, was von JACOBSON-PALEY ausführlich in Wort und Bild geschildert wird, für unsere

Zwecke aber, wenigstens betreffs der Einreihung von *Swertia longifolia* in das Antipodenschema, kein Interesse besitzt.

Über die Pollenkörner habe ich nur wenig mitzuteilen. Fig. 21 zeigt einen Schnitt durch ein Pollenkorn mit der vegetativen und der generativen Zelle. Aus Fig. 22 ist ersichtlich, dass die generative Zelle in die vegetative eindringt. Es ist mir nicht gelungen, die Anzahl der Chromosomen genau festzustellen, da sie klein und verhältnismässig zahlreich sind.

In meiner Arbeit über die Embryologie der *Gentianaceen* habe ich das Leitungsgewebe bei zwei extremen Typen beschrieben und abgebildet, nämlich *Chlora perfoliata* und *Halenia elliptica*, erstere ohne, letztere mit Griffelkanal. Die Leitung des Pollenschlauchs ist bei *Chlora* nur endotrop, bei *Halenia* aber endo- und ektotrop (Juel 1907 S. 8). In Fig. 23 sehen wir einige schematische Abbildungen des Leitungsgewebes bei *Gentiana prostrata*. Fig. 23 a, ein Querschnitt vom obersten Teil der Narbe, zeigt die beiden mit langen Haaren versehenen Narbenzipfel. Aus Fig. 23 b vom oberen Teil des Griffels ersieht man, dass auch die Innenseiten der beiden Griffelhälften mit Haaren bekleidet sind und dass ausserdem unterhalb der Haare ein im allgemeinen drei bis vier Schichten mächtiges Leitungsgewebe aus kleinen Zellen liegt. Weiter unten werden die Haare an den Aussenrändern reduziert, sind aber sonst noch vorhanden. Fig. 23 c und d sin zwei Schnitte vom untersten Teil des Griffels in einem Abstand von höchstens 200 μ voneinander. Die beiden Griffelhälften sind noch immer nicht verwachsen, liegen aber dicht aneinandergedrückt (Fig. 23 d). Das kleinzellige Leitungsgewebe ist hier mächtiger als oben. Es teilt sich im oberen Teil des Fruchtknotens (Fig. 23 e) in zwei Bündel, die nach aussen auf die Ränder der Fruchtblätter zu rücken, wodurch vier leitende Gewebepartien entstehen, je eine ausserhalb jeder Plazenta. Fig. 24 ist ein Längsschnitt durch den Griffel und lässt den Griffelkanal deutlicher erkennen. Die Leitung

des Pollenschlauchs bei *Gentiana prostrata* scheint also dem Typus am ähnlichsten zu sein, den ich bei *Halenia elliptica* beschrieben habe. Die Plazenten sind mit grösseren Zellen bekleidet als die übrigen Teile der Fruchtkammer. Zellen desselben Typus bekleiden auch den verhältnismässig langen Funiculus. Diese Zellen bilden die letzte Strecke auf dem Wege des Pollenschlauchs zur Mündung der Mikropyle; die Leitung ist dort also ektotrop. An der Basis des Fruchtknotens dringen sechs Gefässbündel (Fig. 23 f) ein, von denen sich bloss zwei aufwärts in den Griffel erstrecken.

Guignard (1901) war der erste, der in der Familie *Gentianaceae* und zwar an *Gentiana ciliata*, Doppelbefruchtung feststellte. Ich habe Doppelbefruchtung bei *Erythraea Centaurium*, *Chlora perfoliata* und *Gentiana acaulis* beobachtet und schon früher beschrieben (Stolt 1921). Ich kann diesen Fällen einen weiteren, nämlich *Gentiana prostrata*, anreihen (Fig. 25). Es scheint nur eine Synergide unterzugehen, und zwar die, in welche der Pollenschlauch seinen Inhalt ergossen hat. Die beiden Polkerne verschmelzen vor der Befruchtung, entsprechend meinem früheren Befunde bei *Gentiana acaulis*.

Der primäre Endospermkern teilt sich vor der Eizelle, wie schon an verschiedenen anderen Vertretern der Familie von mehreren Forschern festgestellt worden ist (Hofmeister 1858, Guignard 1882, Guérin 1903, Stolt 1921). Bei *Gentiana nivalis* hat Guérin (1903) bis zu 24 Endospermkerne vor Teilung der Eizelle beobachtet. *Gentiana prostrata* scheint auch in dieser Beziehung *Gentiana nivalis* ähnlich zu sein, da ich bei ihr wenigstens dieselbe, wenn nicht eine grössere Anzahl Endospermkerne vor Teilung der Eizelle zählen konnte.

Obwohl die Entwicklung des Embryos spät beginnt, verläuft sie nur langsam. Fig. 26 zeigt ein nur aus einer einzigen Reihe von sechs Zellen bestehendes Embryo. In diesem Stadium besteht das Endosperm aus einem ein-

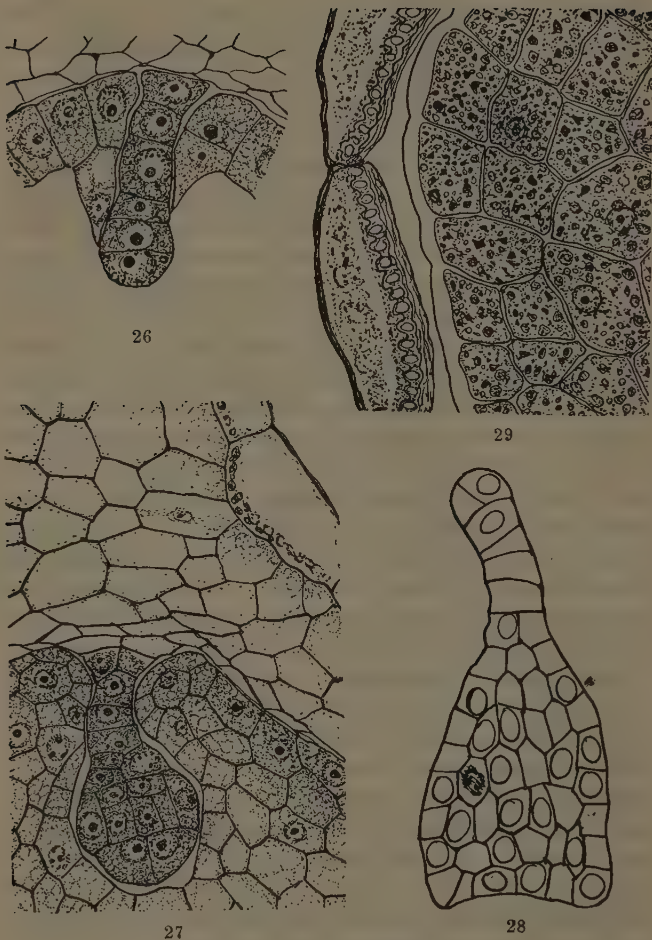


Fig. 26—29. *Gentiana prostrata.* Fig. 26—28. Verschiedene Embryostadien. Fig. 29. Schnitt durch einen Teil des Endosperms und der Samenschale eines nicht reifen Samens. — Vergr. 400: 1.

fachen Zellenlager, das den Embryosack und ausserdem einen grossen Teil des Embryos tapeziert. Fig. 27 stellt ein späteres Stadium dar, in dem der Embryosack vollständig von Endospermzellen erfüllt ist. Diese haben die umgebenden Integumentzellen fast aller Nahrung beraubt. Die dem Embryo unmittelbar benachbarten Endospermzellen scheint dasselbe Schicksal zu erwarten, da sie plasmaarmer als die entfernteren sind. Der Suspensor besteht aus einer einfachen Zellenreihe (Fig. 28).

Die Zellen der Randschicht des Endosperms erhalten dicke Aussenwände (Fig. 29). Die Reservenahrung des Samens besteht aus Proteinkörnern. Bei in gewöhnlicher Weise fixiertem Material habe ich stark färbbare Körper beobachtet, die die Form besitzen, welche für Eiweisskristalle charakteristisch ist. Das Vorkommen von Stärke habe ich im reifen Samen nicht nachweisen können.

Litteraturverzeichnis.

1919. Coulter, J. M. and Chamberlain, Ch. J., Morphology of Angiosperms. — New York.

1915. Dahlgren, K. V. O., Über die Embryologie von *Acicarpha tribuloides* Juss. — Svensk Bot. Tidskrift 9.

1895. Gilg, E., *Gentianaceae.* — Engler und Prantl, Pflanzenfamilien 4: 2.

1903. Guérin, P., Sur le sac embryonnaire et en particulier les antipodes des *Gentianes.* — Journ. de Bot. 17.

1882. Guignard, L., Recherches sur le sac embryonnaire des Phanerogames angiospermes. — Ann. sci. nat. bot., (6), 13.

1901. Guignard, L., Sur la double fécondation chez les *Solanées* et les *Gentianées.* — C. R. Ac. Sc., 133, Paris.

1858. Hofmeister, W., Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen. — Pringsh. Jahrb., 1.

1723. Håkansson, A., Studien über die Entwicklungsgeschichte der *Umbelliferen.* — Akad. Abh. Lund.

1920. Jacobson-Paley, Rose, Etude sur la pollinisation et l'embryologie du *Swertia longifolia* Boiss. — Bull. Soc. Bot. de Genève.

1907. Juel, H. O., Studien über die Entwicklungsgeschichte von *Saxifraga granulata.* — Nova Acta reg. soc. scient. Ups., (IV), 1, 9

1914. Palm, B., Zur Embryologie der Gattungen *Aster* und *Solidago.* — Acta Horti Bergiani, 5.

1925. Stenar, A. Helge S:son, Embryologische Studien I u. II. — I. Zur Embryologie einiger *Columniferen.* II. Die Embryologie der *Amaryllideen.* — Akad. Abh. Upsala.

1921. Stolt, K. A. H., Zur Embryologie der *Gentianaceen* und *Menyanthaceen.* — K. Sv. Vet. Ak. Hand. Bd. 61. N:o 14.

Botaniska Notiser 1927, Lund 1927.

Über den Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration auf einige Meeresalgen.

Von Harald Kylin.

Es ist schon von mehreren Forschern nachgewiesen worden, dass das Meerwasser unter dem Einfluss der Kohlenstoffassimilation der Meerespflanzen seine Alkalität vergrössert. Die Vergrösserung der Alkalität beruht darauf, dass die Pflanzen dem Meerwasser einen Teil seiner Kohlensäure entziehen. So berichtet z. B. Atkins (1922 S. 782), dass *Ulva latissima*, die in einer wassergefüllten Glasschale dem Sonnenlicht exponiert worden war, die Alkalität des Wassers bis zu pH $9_{,7}$ erhöhte, ohne dadurch geschädigt zu werden, dass aber jüngere Zellen von *Ceramium rubrum* bei einer Temperatur von 27° schon von pH $9_{,4}$ abgetötet wurden.

Gail (1919 S. 287) hat den Einfluss einer Änderung der Wasserstoffionenkonzentration auf sowohl jüngere als ältere Entwicklungsstadien von *Fucus evanescens* untersucht. Die Alge wächst am besten bei einem pH zwischen $8_{,0}$—$8_{,2}$. Ein pH von $8_{,6}$ wirkt schon sehr deutlich unvorteilhaft, besonders bei einer etwas höheren Temperatur. Bei pH $8_{,8}$ lebt *Fucus evanescens* noch eine Zeit lang, stirbt aber schliesslich ab. Die befruchteten Eier können bei pH $8_{,8}$ noch keimen, die Keimlinge sterben aber nach einigen Wochen ab. Wird pH unter $8_{,0}$ vermindert, so wächst *Fucus evanescens* immer schlechter je grösser die Verminderung ist; ein Teil der befruchteten Eier keimt aber noch bei pH $6_{,6}$, und ein Teil der Keimlinge ist nach vier Wochen noch am Leben (Temp. $10_{,5}$°—13°).

Nach einer Untersuchung von Atkins (1922 S. 786)

ist der Zellinhalt der Meeresalgen annähernd neutral. Bei *Himanthalia lorea* variierte pH in verschiedenen Thallusteilen zwischen 6,6—6,9, bei den übrigen untersuchten Algen zwischen 7,0—7,3 *(Laminaria digitata, L. saccharina, Fucus platycarpus, Nitophyllum sp., Ceramium rubrum* und *Ulva latissima).* Die Angaben sind für den s. g. Salzfehler nicht korrigiert, und sind deshalb um etwa 0,1 bis 0,18 zu vermindern.

Im Zellsaft der Vakuolen von *Valonia macrophysa* fand CROZIER (1919 S. 582) ein pH zwischen 5,0—6,7 im Durchschnitt 5,9.

Bei meinen Untersuchungen über den Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration auf einige Meeresalgen habe ich mir zuerst die Frage gestellt, um wie viel das normale pH des Meerwassers 8,2 erhöht oder vermindert werden kann, ohne dass die Algen nach 2 bis 3 Tagen absterben. Die einschlägigen Experimente sind im August 1925, im Juni 1926 und im August 1926 in der zoologischen Station Kristineberg an der Westküste Schwedens gemacht worden. Im Juli ist die Temperatur im allgemeinen zu hoch, um mit Meeresalgen gut experimentieren zu können. Meine Experimente sind bei einer Temperatur von 18°—20° gemacht worden. Die Kulturgefässe setzte ich auf ein Gestell im Hintergrund des Arbeitszimmers mit Licht von einem Nordfenster. Die Kulturflüssigkeit variierte in den verschiedenen Versuchsserien von 0,5 bis 2 Liter.

Als Kulturflüssigkeit wurde immer frisches Meerwasser benutzt. In den Versuchsserien mit pH zwischen 5,4—8,0 setzte ich zu einer bestimmten Menge Meerwasser eine vorher ausprobierte Menge einer NaH_2PO_4-Lösung, und bekam in dieser Weise Kulturflüssigkeiten deren pH 5,4, 5,6, 5,8, 6,0 ... 7,6, 7,8, 8,0 war. Das Phosphat war in Meerwasser gelöst. Die pH-Werte wurden nach CLARK und LUBS bestimmt, sie wurden aber für den s. g. Salzfehler nicht korrigiert. Alle Kulturflüssigkeiten wurden beim Beginn und beim Schluss der Experimentserien in bezug auf ihre

pH-Werte geprüft. — Es wurde versucht, den pH-Wert mit Salzsäure anstatt mit Natriumphosphat zu vermindern, es zeigte sich aber, dass die pH-Werte dann nicht konstant wurden, sondern sich mit der Zeit erhöhten.

In den Versuchsserien mit pH zwichen 3,6—5,2 setzte ich zu einer bestimmten Menge Meerwasser eine vorher ausprobierte Menge einer Lösung von NaH_2PO_4 und HCl in Meerwasser, und bekam in dieser Weise Kulturflüssigkeiten, deren pH 3,6, 4,0, 4,4, 4,8, 5,2 war.

Eine Erhöhung der pH-Werte über 8,2 wurde durch Zusatz von einer ausgeprüften Menge einer Na_2CO_3-Lösung hervorgerufen. Das Natriumkarbonat war in Meerwasser gelöst worden; der dabei entstandene Niederschlag wurde abfiltriert. Die Kulturflüssigkeiten mit pH höher als 8,2 nehmen aber CO_2 aus der Luft auf, und ihre pH-Werte werden deshalb mit der Zeit immer niedriger (vgl. des Näheren unten). Die Anfangswerte waren 8,4, 8,6, . . . 9,8, 10,0.

Die Experimente wurden am Vormittag (zwischen 10 und 12 Uhr) angesetzt, und als Versuchsmaterial nur solche Algen verwendet, die an demselben Vormittag (zwischen 8—9 Uhr) frisch aus dem Meere eingesammelt worden waren. In jeder Kultur wurden verhältnissmässig geringe Materialmengen hineingelegt. Nach bestimmten Zeiten wurden kleine Thallustheile herausgenommen und mikroskopisch untersucht, und war dann eine Degeneration des Zellinhaltes nachweisbar, so wurde die Zelle als tot betrachtet. Bei den Florideen tritt mit dem Tode eine Farbenveränderung ein, und zwar in der Weise dass die rote Farbe ins Orangegelbe umschlägt; dies steht mit einer Herauslösung des Phykoerythrins aus den Chromatophoren im Zusammenhang. Die orangegelbe Farbe ist die Fluorescenzfarbe des Phykoerythrins. Im allgemeinen ist es schon makroskopisch leicht zu entscheiden, ob eine Floridee lebend ist oder nicht. Bei den Braunalgen tritt mit dem Tode eine Farbenveränderung vom Braunen ins Braungrüne bis ins Grüne, ein. (In bezug auf

die Erklärung dieser Farbenveränderung vgl. Willstätter und Page 1914 S. 238). Diese Veränderung lässt sich aber nicht immer makroskopisch verwenden, und die Braunalgen müssen demnach mikroskopisch untersucht werden. Die Grünalgen muss man mikroskopisch untersuchen.

pH zwischen 3,6 und 5,2.

Trailliella intricata stellt ein besonders günstiges Versuchsobjekt dar, und ich möchte deshalb zuerst über einige Experimente mit dieser Alge berichten. Das pH der verschiedenen Kulturen war 3,6, 4,0, 4,4, 4,8 und 5,2. In den Kulturen mit pH 3,6 war *Trailliella* schon nach einer Stunde abgetötet; ihre Farbe war rotviolett, und die Alge zeigte demnach nicht die gewöhnliche orangegelbe Fluorescenzfarbe einer soeben abgetöten Rotalge. In den Kulturen mit pH 4,0 war *Trailliella* nach zwei Stunden völlig abgetötet. Die Zellfäden zeigten sehr schwach die orangegelbe Fluorescenzfarbe des Phykoerythrins, ihre Farbe war rotviolett. In den Zellen waren vereinzelte Phykoerythrinkrystalle vorhanden. In den Kulturen mit pH 4,4 waren die Zellfäden nach zwei Stunden abgetötet. Sie zeigten eine schwache, orangegelbe Fluorescenzfarbe und enthielten vereinzelte Phykoerythrinkrystalle. Nach vier Stunden enthielten die Zellen eine reiche Menge Phykoerythrinkrystalle. In den Kulturen mit pH 4,8 waren nach zwei Stunden nur die jüngeren Zellfäden abgetötet, nach vier Stunden waren aber alle Fäden tot und zeigten eine lebafte Fluorescenz. Sie enthielten eine Menge Phykoerythrinkrystalle. In den Kulturen mit pH 5,2 waren nach vier Stunden einige der älteren Zellfäden noch lebend, die abgestorbenen Fäden zeigten eine lebhafte Fluorescenz und enthielten eine Menge Phykoerythrinkrystalle.

Aus den oben erwähnten Versuchen ist in erster Linie das Ergebnis zu entnehmen, dass *Trailliella intricata* schon nach einigen Stunden abstirbt, wenn der pH-Wert des Meer-

wassers von 8,2 auf 5,2 erniedrigt wird. Um die Angaben über die verschiedenen Farben zu verstehen, muss auf einige Eigenschaften des Phykoerythrins hingewiesen werden. Das Phykoerythrin ist in reinem Wasser unlöslich, löst sich aber in Wasser bei Anwesenheit geringer Mengen Alkali oder irgend eines Neutralsalzes. Die Lösung ist rot mit orangegelben Fluorescenz. Bei Zusatz einer äusserst geringen Menge Säure wird das Phykoerythrin niedergeschlagen, bei Überschuss der Säure aber wieder gelöst; die so erhaltene rote Lösung zeigt einen Stich ins Violette und hat keine Fluorescenz. In saurer Lösung wird aber das Phykoerythrin zerlegt; Essigsäure wirkt hierbei langsam, Salzsäure dagegen sehr rasch; nach der Zerlegung des Phykoerythrinmoleküles wird die Lösung rotviolett (KYLIN 1910).

Aus den obenstehenden Versuchen geht ferner hervor, dass eine Wasserstoffionenkonzentration, die einem pH 4,4 entspricht, das Phykoerythrin nicht zerstört. Die abgetöteten Zellfäden von *Trailliella* zeigten ja die orangegelbe Fluorescenzfarbe des Phykoerythrins und enthielten eine reiche Menge Phykoerythrinkrystalle. Vergleichende Versuche haben des Weiteren dargetan, dass das Phykoerythrin in den Zellfäden von *Trailliella* leichter und reichlicher auskrystallisiert, wenn man die Zellfäden bei pH 4,4 als bei pH 6,0 absterben lässt. Dies steht damit im Zusammenhang, dass eine zu einem gewissen Punkt vergrösserte Acidität die Löslichkeit des Phykoerythrins vermindert. In den Kulturen mit pH 4,0 waren noch Krystalle vorhanden aber in geringer Menge; die Zellfäden waren rotviolett und fluorescierten nur schwach. Diese Tatsachen erklären sich dadurch, dass die vergrösserte Acidität jetzt beginnt die Löslichkeit des Phykoerythrins zu vergrössern, wobei man eine Lösung bekommt, die einen Stich ins Violette hat, und keine Fluorescenz zeigt. In den Kulturen mit pH 3,6 waren die abgetöteten Zellfäden rotviolett; sie zeigten keine Fluorescenz und enthielten keine Krystalle. Es scheint mir deshalb, als ob eine Acidität, die einem pH-Wert 3,6 entspricht, schon

anfänge, die Phykoerythrinmoleküle zu zerlegen (vgl. oben). Die den Phykoerythrinmolekülen schädliche Acidität dürfte zwichen pH 4,0—3,6 liegen.

In die oben erwähnten Kulturen wurden zusammen mit *Trailliella* noch folgende Rotalgen hineingelegt: *Ceramium rubrum, Erythrotrichia carnea, Griffithsia corallina* und *Lomentaria clavellosa.* Alle Algen waren nach vier Stunden abgestorben. In den Kulturen mit pH 4,0 waren die toten Thallusteile schwach fluorescierend; die Zellen enthielten geringe Mengen Phykoerythrinkrystalle. In den Kulturen mit pH 3,6 waren die toten Thallusteile rotviolett und zeigten keine Fluorescenz (bei *Griffithsia* jedoch eine sehr schwache); Phykoerythrinkrystalle waren nicht vorhanden. Diese Ergebnisse deuten auch darauf hin, dass die den Phykoerythrinmolekülen schädliche Acidität zwischen pH 4,0—3,6 liegen dürfte (bei einer Temperatur von 18°—20°).

pH zwischen 5,4 und 8,2.

Bei den Versuchen zeigte es sich sofort, dass die untersuchten Algen in Kulturen mit pH 6,8 nach 2—3 Tagen ein gleich frisches Aussehen hatten wie diejenigen in Kulturen mit reinem Meerwasser. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass die Meeresalgen für eine Verminderung des pH-Wertes von 8,2 auf 6,8 nicht empfindlich sind, sondern nur dass sie eine vorübergehende Verminderung des pH Wertes auf 6,8 vertragen können.

Meine Versuche wurden in erster Linie mit *Trailliella intricata* gemacht, und es zeigte sich, dass diese Alge in Kulturen mit pH 6,6 nach einem Tage noch völlig lebend war, oder dass höchstens einzelne der jüngsten Thallusteile abgetötet waren. In 2 bis 3 Tage alten Kulturen waren regelmässig einige jüngere Thallusteile abgestorben, die Alge war aber noch im grossen und ganzen als lebend zu bezeichnen. In den Kulturen mit pH 6,4 war diese Alge im allgemeinen schon nach einem Tage halbtot, und in

Kulturen mit pH 6,2 tot, wenn auch mehrere ältere Zellfäden noch lebend waren. Ältere, lebende Zellfäden waren nach einem Tage auch in Kulturen mit pH 6,0 vorhanden.

Trailliella repräsentiert eine Gruppe von Rotalgen die für eine Verminderung des pH-Wertes ziemlich empfindlich sind. Zu derselben Gruppe gehören *Callithamnion corymbosum*, *Bonnemaisonia asparagoides*, junge Blätter von *Delesseria sanguinea* und *D. ruscifolia*.

Antithamnion plumula ist weniger empfindlich als *Trailliella*. Sie lebt noch nach einem Tage in Kulturen mit pH 6,2; nur einige der jüngsten Thallusteile beginnen abzusterben. In Kulturen mit pH 5,8 sind nach einem Tage ältere Zweige noch lebend. Lebende Zellen findet man nach einem Tage sogar in Kulturen mit pH 5,6—5,4. Diesem Typus schliessen sich *Cystoclonium purpurescens*, *Erythrotrichia carnea* und *Odonthalia dentata* an.

Die übrigen untersuchten Florideen nehmen eine Mittelstellung zwischen den beiden vorhergehenden ein. Am besten habe ich unter diesen *Ceramium rubrum* untersucht. Die Sprosspitzen und die jüngeren Rindenzellen sind in Kulturen mit pH 6,2 nach einem Tage im allgemeinen abgestorben. Ältere Teile sind nach einem Tage in Kulturen mit pH 5,8—5,6 noch lebend. Diesem Typus schliessen sich folgende Florideen an: *Chantransia virgatula*, *Heterosiphonia coccinea*, *Plocamium coccineum* und *Ptilota plumosa*.

Es wurde oben mehrmals darauf hingewiesen, dass die jüngeren Teile empfindlicher sind als die älteren. Diese Beobachtungen stimmen mit denjenigen von Child (1916) überein, der nachgewiesen hat, dass die jüngeren Teile von KCN leichter als die älteren abgetötet werden.

Unter den Braunalgen wurden folgende Arten untersucht: *Sphacelaria cirrhosa*, *Elachista fucicola*, *Stilophora rhizodes*, *Ectocarpus siliculosus* und *Pylaiella litoralis*. Diese Algen schliessen sich am nächsten dem oben erwähnten *Ceramium*-Typus an. Es war leicht nachweisbar, dass die jüngeren Teile empfindlicher sind als die älteren.

Unter den Grünalgen wurde nur *Enteromorpha intestinalis* untersucht. Die Thallusteile wurden erst in den Kulturen mit pH 5,4—5,6 abgetötet.

pH zwischen 8,2 und 10,0.

Wie schon oben erwähnt wurde, absorbieren die Kulturflüssigkeiten mit pH grösser als 8,2 CO_2 aus der Luft, und der pH-Wert wird deshalb nach einem Tage etwas niedriger als am Beginn des Versuches, und zwar erwies es sich, dass sich der pH-Wert in den Kulturen mit dem Anfangswert 8,8—9,2 um etwa 0,1, derjenige in den Kulturen mit dem Anfangswert 9,4—9,6 um etwa 0,2 und derjenige in den Kulturen mit dem Anfangswert 9,8—10,0 um etwa 0,3—0,4 vermindert hatte. In den Kulturen mit pH 10,0 krystallisierten regelmässig Karbonate aus.

Unter den untersuchten Florideen erwiesen sich *Antithamnion plumula* und *Trailliella intricata* als sehr wiederständsfähig gegen eine Erhöhung des pH-Wertes. Sie waren in keiner der verschiedenen Kulturen nach einem Tage abgestorben. In den Kulturen mit pH 10,0 war die Oberfläche mit einer Menge kleiner Karbonatkrystalle besetzt, alle Thallusteile, sogar auch die jüngsten Zweigspitzen, waren noch lebend. *Ceramium rubrum* war etwas empfindlicher; in Kulturen mit pH 9,6 waren nach einem Tage die jüngsten Zweigspitzen abgetötet. In Kulturen mit pH 9,4 waren dagegen nach einem Tage alle Thallusteile noch lebend. Andere untersuchte Florideen nahmen eine Zwischenstellung zwischen diesen beiden Typen ein *(Delesseria sanguinea, Plocanium coccineum* und *Ptilota plumosa).* Sie waren in den Kulturen mit pH 9,6 nach einem Tage im allgemeinen nicht beschädigt worden; in den Kulturen mit pH 9,8—10,0 waren die jüngsten Teile oft abgestorben.

Unter den Braunalgen wurde *Pylaiella litoralis* und unter den Grünalgen *Enteromorpha intestinalis* geprüft. Sie

erwiesen sich ebenso wiederstandsfähig wie *Antithamnion plumula.*

Nach einer Beobachtung von ATKINS (1922 S. 789) werden die Thallusspitzen und die jüngeren Rindenzellen von *Ceramium rubrum* bei 27° von pH 9,4 beschädigt. In meinen Versuchen habe ich, wie oben erwähnt wurde, bei 18°—20° keine Beschädigung von pH 9,4, wohl aber von pH 9,6, beobachtet.

Aus meinen Versuchen dürfte hervorgehen, dass die Meeresalgen im allgemeinen von einer ziemlich kräftigen, aber vorübergehenden Erhöhung des pH-Wertes nicht beschädigt werden. Diese Tatsache hat sicher eine grosse biologische Bedeutung. Sobald die Kohlenstoffassimilation beginnt, muss nämlich der pH-Wert des Wassers, das die Alge umgibt, wegen der Absorption von Kohlensäure erhöht werden. Ist die Assimilation lebhaft und die Bewegung des Wassers gering, so kann es geschehen, dass die Algen dem sie umgebenden Wasser die grösseren Mengen der freien Kohlensäure entreissen, wobei der pH-Wert des Wassers leicht bis auf 9,2—9,4 steigt. Wird alle frei Kohlensäure dem Meerwasser entrissen, sodass nur noch neutrale Karbonate vorhanden sind, steigt der pH-Wert des Meerwassers bis auf 10,0 (vgl. ATKINS 1922 S. 732).

Die Keimung der Sporen.

Bei einigen Algen wurde der Einfluss verschiedener pH-Werte auf die Keimung der Sporen untersucht. Die Experimente wurden in folgender Weise ausgeführt. In Glasschalen goss ich einen Liter frisches Meerwasser, setzte dann so viel NaH_2PO_4-oder Na_2CO_3-Lösung hinzu, dass die pH-Werte der verschiedeen Kulturen resp. 5,4, 5,6 5,8, … 8,2 …… 9,6 9,8 10,0 waren, und legte in jede Kultur reichlich fertile Thallusteile von der zu untersuchenden Alge. Die Thallusteile wurden in den Kulturen die Nacht über liegen gelassen und dann entfernt. In den Kulturen mit den pH-

Werten 8,4—10,0 wurde die Kulturflüssigkeit gewechselt, und zwar deshalb weil die pH-Werte in diesen Kulturen nach einem Tage niedriger als die Anfangswerte waren (vgl. oben). Die Glasschalen waren mit Glasscheiben bedeckt. Nach zwei Tagen vom Anfang der Versuche wurde die Keimung der Sporen untersucht (vgl. des Näheren Kylin 1917).

Die Versuche mit *Nemalion multifidum* haben folgende Resultate gegeben. In allen Kulturen mit pH 6,8 bis 8,2 keimen die Sporen gut; nach zwei Tagen waren die Keimschläuche ein- bis zweizellig. Den Einfluss einer zu starken Acidität merkt man aber schon deutlich in den Kulturen mit pH 6,6 und noch deutlicher in denen mit pH 6,4. Die Keimschläuche bestanden in den Kulturen mit pH 6,4 nach zwei Tagen nur aus einer einzigen Zelle, in denjenigen mit pH 6,2 beobachtete man nur ausnahmsweise einige gekeimte Sporen mit einem sehr kurzen Keimschlauch ohne Querwand. In den Kulturen mit pH 6,0 wurden keine Keimlinge beobachtet; die meisten Sporen waren nach zwei Tagen abgestorben. — In den Kulturen mit pH 9,4 (Anfangswert) gab es nach zwei Tagen reiche Mengen Keimlinge mit einem 1- bis 2-zelligen Keimschlauch, und in den Kulturen mit pH 9,6 waren nach zwei Tagen Keimlinge mit einem einzelligen Keimschlauch vorhanden. Eine Keimung trat noch in den Kulturen mit pH 9,8 (Anfangswert) ein. Die Kulturflüssigkeit wurde, wie oben erwähnt, nach einem Tage gewechselt; nach zwei Tagen war der pH Wert 9,5.

Die Sporen von *Ceramium rubrum* sind im Vergleich mit denen von *Nemalion multifidum* etwas empfindlicher für eine Veränderung das pH-Wertes der Kulturflüssigkeit. In den Kulturen mit pH 6,0 waren nach zwei Tagen keine lebenden Sporen und in denjenigen mit pH 6,2 nur vereinzelte, lebende Sporen vorhanden. Sporenkeimung findet in den Kulturen mit pH 6,4 nur ausnahmsweise statt und noch in den Kulturen mit pH 6,6 keimen die Sporen ziemlich schlecht. Die Keimlinge entwickeln sich in beiden Fällen

nicht normal. Auch in den Kulturen mit pH 6,8 verläuft die Entwicklung nicht völlig normal. In den Kulturen mit pH 7,0 keimen die Sporen gut, und die Keimlinge entwickeln sich normal. — In Kulturen mit pH 9,4 können die Sporen von *Ceramium rubrum* noch keimen, die Keimlinge entwickeln sich aber in diesen Kulturen nicht völlig so gut wie in Kulturen mit reinem Meerwasser. Die Sporen keimen noch in Kulturen mit pH 9,6 (Anfangswert), aber nur in geringer Zahl.

In den Kulturen mit pH 6,0 sind nach zwei Tagen noch lebende Eier von *Fucus spiralis* vorhanden, doch wurden keine Keimungsstadien beobachtet. Die befruchteten Eier keimen nur ausnahmsweise in Kulturen mit pH 6,2, sie keimen auch nur schlecht in solchen mit pH 6,4. In Kulturen mit pH 6,6 keimen die Eier ziemlich reichlich, die Keimlinge entwickeln sich aber nicht so gut wie in Kulturen mit frischem Meerwasser. In den Kulturen mit pH 6,8 waren die Keimlinge nach zwei Tage ebenso gut entwickelt als in denjenigen mit frischem Meerwasser. — Bei steigenden pH-Werten keimen die Eier von *Fucus spiralis* noch ziemlich gut in Kulturen mit pH 9,4 (Anfangswert), die Keimlinge entwickeln sich aber nicht völlig so gut wie in Kulturen mit frischem Meerwasser. In Kulturen mit pH 9,6 und 9,8 (Anfangswerte) kann man noch Keimungsstadien beobachten.

Die Zoosporen von *Stilophora rhizodes* sammeln sich bei Kultur in einer Glasschale an dem am stärksten belichteten Teile des Gefässes und bilden da einen braunen Saum an der Gefässwand im oberen Rande der Kulturflüssigkeit. Die Breite und die Farbstärke dieses Saums kann als ein approximatives Mass der Zoosporenmenge benutzt werden. In den Kulturen mit pH 8,2 –6,8 konnte ich keine Unterschied in bezug auf Breite und Farbstärke dieser Säume finden. In den Kulturen mit pH 6,6 waren die Säume kleiner und bleicher, noch schlechter waren sie in den Kulturen mit pH 6,4 entwickelt, und in denje-

nigen mit pH 6,2 waren sie kaum merkbar. Die Zoosporen vertragen also eine Erniedrigung des pH-Wertes bis auf 6,2 fast nicht. In den Kulturen mit pH 8,2—6,8 waren nach zwei Tagen Keimlinge mit 1- bis 2-zelligen Keimschläuchen vorhanden, in den Kulturen mit pH 6,6 waren die Keimschläuche nur einzellig, und in denjenigen mit pH 6,4 waren alle Keimschläuche sehr kurz und ohne Querwand. — In den Kulturen mit pH grösser als 8,2 beobachtete man, dass der oben erwähnte Saum von den Kulturen mit pH 9,4 (Anfangswert) an immer schlechter wurde. In den Kulturen mit pH 9,8 (Anfangswert) war er indessen noch vorhanden; Keimschläuche, im allgemeinen aber ohne Querwand wurden in diesen Kulturen nach zwei Tagen beobachtet. In den Kulturen mit pH 9,2 (Anfangswert) waren die Keimschläuche 1- bis 2-zellig.

Literaturverzeichnis.

ATKINS, W. R. C., The hydrogen ion concentration of sea water in its biological relations. — Journ. Marine Biol. Ass., N. S., Vol. 12, Plymouth 1922.

—, The hydrogen ion concentration of the cells of some marine algae. — Ebenda.

—, The influence upon algal cells of an alteration in the hydrogen ion concentration of sea water. — Ebenda.

CHILD, C. M., Axial susceptibility gradients in algae. — Bot. Gaz., Vol. 62, Chicago 1916.

CROZIER, W. J., Intracellular acidity in Valonia. — Journ. Gen. Phyciol., Vol. 1, New York 1919.

GAIL, FL. W., Hydrogen ion concentration and other factors affecting the distribution of Fucus. — Public. Puget Sound Biol. Stat., Vol. 2, Seattle 1919.

KYLIN, H, Über Phykoerythrin und Phykocyan bei Ceramium rubum (Huds.) Ag. — Zeitschr. Physiol. Chemie, Bd 69, Strassburg 1910.

—, Über die Keimung der Florideensporen. — Arkiv för Botanik, Bd 14, Stockholm 1917.

WILLSTÄTTER, R. und PAGE, H., Über die Pigmente der Braunalgen. — Ann. der Chemie, Bd 404, Leipzig 1914.

Botaniska Notiser 1927, Lund 1927.

Die Sauerstoffschichtung der Seen.

Von Gustaf Alsterberg.

Einleitung.

Bei meinen Untersuchungen über die Respiration der Seebodenorganismen (Alsterberg 1922) stellte ich fest, dass der Bodenschlamm freien, elementaren O_2 vollständig entbehrt. Die primäre Ursache dieser Erscheinung ist darin zu suchen, dass der Bodenschlamm eine Akkumulation von leicht agilen organischen Stoffen von oft planktogener Natur bildet. Die verschiedenen Prozesse, die in entgegengesetzter Richtung arbeiten könnten, nämlich den Bodenschlamm mit O_2 zu bereichern, bis der O_2-Gehalt des Schlammes gleich dem des überschichtenden Wassers würde, sind von allzu begrenztem Umfange um sich in anderer Weise als dadurch geltend zu machen, dass der in dem unmittelbar überschichtendem Wasser befindliche gelöste O_2 verschwindet.

Die grosse Frage ist, welche von den dynamischen Kräften es sind, die sich bei der Ausformung der Schichtung in Wassersammlungen geltend machen. Es ist nun meine Absicht in der folgenden Mitteilung in Kürze über diese für die allgemeine Hydrobiologie sehr wichtigen Fragen, gleich wichtig ob es sich um ein Verstehen der Pflanzen- oder Tierwelt des Wassers handelt, zu berichten. Dass die O_2-Schichtung für die Fauna der Wassersammlungen und deren Lebensbedingungen ein kaum überschätzbarer Faktor ist, braucht wohl nicht gesagt zu werden. Aber der O_2-Gehalt des Wassers ist auch in bezug auf die im Wasser verlaufenden chemischen Umsetzungen ein Faktor erster Ordnung, und diese Umsetzungen bestimmen ihrerseits die

Wasserflora. Ausserdem wirkt die Wasserflora oftmals direkt bei der Gestaltung der O_2-Schichtung des Wassers mit.

Makro- und Mikroschichtung.

Bei Untersuchungen in Seen wird man besonders während des Sommers im allgemeinen konstatieren, dass der O_2-Gehalt an der Oberfläche hoch ist, während er in tiefer gelegenen Schichten mehr und mehr abnimmt, um dann und wann, besonders in der Nähe des Grundes, bis auf 0 zu sinken. Hierbei haben wir es mit einer Schichtung im grossen zu tun, die ich in bezug auf die O_2-Verteilung einmal *eine respiratorische Makroschichtung* genannt habe (Alsterberg l. c.). Bei dieser können wir erst in grossen Abständen in vertikaler Richtung analysierbare Differenzen in der O_2-Konzentration feststellen.

Normal dürfte während langen Zeiten des Jahres jedenfalls in einigen Niveaus immer O_2-reiches Wasser sogar bis in die nächste Nähe des Bodenschlammes existieren. Wie ich aber schon erwähnt habe, ist dieses stets O_2-frei. Infolgedessen wird das Wasser in unmittelbarer Nähe des Grundes eine O_2-Schichtung aufweisen, aber in diesem Falle eine Schichtung im kleinen, *eine respiratorische Mikroschichtung,* wobei die unterscheidbaren O_2-Konzentrationsdifferenzen auf minimale Abstandsunterschiede in der Nähe des Schlammes zusammengedrängt sind.

Theoretisches betreffs der Entstehung der beiden Schichtungstypen.

Wir fragen uns nun, ob die Makroschichtung etwas mit dem O_2-Mangel des Bodensubstrates zu tun habe. Wir müssen uns mit anderen Worten fragen, ob Makro- und Mikroschichtungserscheinungen ganz getrennte Dinge sind, oder ob man sich vorstellen kann, dass die Makroschichtung nur eine verstärkte Mikroschichtung ist, wobei dann beide als eine Folge gleicher Ursachen und gleicher Kräften zu

betrachten wären. Schliesslich könnte man sich auch denken, dass die eine eine Folge der anderen wäre, dass aber bei der Entstehung der beiden Typen verschieden formgebende Kräfte wirksam seien.

In bezug auf die allgemeine Auffassung der Genese der Makroschichtung kann ich mich ziemlich kurz fassen. Man hat mit verschiedenen physikalischen Faktoren gerechnet. Ein solcher, ausschliesslich in der Horizontalebene wirksamer, makroschichtender Faktor ist die Temperatur des Wassers und die vor allem mit dieser kombinierten Temperaturunterschiede in verschiedener Tiefe. Eine wichtige Wirkung hat auch der Wind, aber die Bedeutung dieses Faktors glaubt man vor allem darin zu sehen, dass er das Wasser oberhalb der von der Temperatur bestimmten Sprungschicht mische, sodass diese letztere hierdurch den Unterschied zwischen höher und tiefer gelegenen Wasserschichten noch schärfer markiert. Aber mit diesen Faktoren allein kann man schwerlich das Verhältnis erklären, dass der O_2-Gehalt im Wasser unterhalb der Sprungschicht oft sehr niedrig ist und oft sogar bis gegen Null sinkt. »Two factors are responible for the exhaustion of the oxygen dissolved in the lower water. The living organisms, both plants and animals, which inhabit this region use up some of this oxygen in the process of respiration. But by far the most important factor concerned is the decomposition of organic matter. — The decomposable matter is derived from various sources but the material which probably affects the largest volume of water is that derived from plankton forms, more especially from the phytoplankton» (Birge u. Juday, 1911 S. 47). Diese Äusserung dürfte die allgemeine Auffassung über das Problem der chemischen Makroschichtung repräsentieren. Jedoch haben dieselben Autoren im Winter eine O_2-Verarmung des Wassers in der Nähe des Schlammes konstatiert (l. c. S. 30).

Hinsichtlich der chemischen Mikroschichtung ist dieses Problem nicht lange auf der Tagesordnung gewesen. Ich

fand (ALSTERBERG l. c.), dass gewisse Bodentiere *(Tubificidee)* in respiratorischer Hinsicht in einer Weise reagierten, die nur durch die Annahme eines derartigen Schichtungstypus erklärt werden konnte. Um diesen Fragen näher zu treten ist es vielleicht nötig, sich an die verschiedenen Prozesse zu erinnern, auf die wir bei einer Auseinandersetzung über den Gasaustausch zwischen Schlamm und Wasser Bezug nehmen müssen. Wir haben dabei zu unterscheiden 1) die O_2-Absorption des Schlammes, 2) die O_2-Diffusion, 3) die Exhalation des Schlammes von oxydablen Substanzen und 4) die Aufwärtswanderung von Organismen vom Schlamm hinauf in die Wasserschichten bei sinkender O_2- Spannung. Für die Berechnung von Diffusionsprozessen gilt die von FICK aufgestellte Formel (FICK, 1855; STERN, 1913):

$$ds = k \cdot \frac{dc}{dx} \cdot q \cdot dt.$$

k = eine Konstante, verschieden für verschiedene Stoffe und Lösungsmittel;

$\frac{dc}{dx}$ = das Konzentrationsgefälle, wo dc die Konzentrations*zunahme* nach einer Strecke dx bezeichnet;

q = der Diffusionsquerschnitt;

dt = die Zeit;

ds = die Menge der Substanz, die in der Richtung des Gefälles durch q während dt diffundiert.

Diese allgemein gültige Formel wird hier bei einer Berechnung der O_2-Diffusion angewandt. Die Frage, die hier zu beantworten ist, lautet folgendermassen: Wie ist die O_2-Konzentration in den Tiefenschichten des Wassers gleich über dem Schlamm bei verschiedenen O_2-Konzentrationen oben im Wasser (= die »allgemeinen» O_2-Konzentrationen) beschaffen? Um leichter an diese Frage heranzukommen, denken wir uns ein in dieser Hinsicht ideal angeordnetes Experiment. Als Experimentgefäss benutzen wir einen zylindrischen Behälter. Auf dessen Boden liegt Schlamm

in gleichmässiger Schicht und darüber Wasser, welches das Gefäss bis zu dem luftdicht schliessenden Deckel füllt. Wir wechseln das Wasser in diesem Gefäss und machen dabei Wasseranalysen in bestimmten Zeitabständen, z. B. alle 24 Stunden. Wir wollen untersuchen, welche Faktoren dabei für die Berechnung der Veränderungen in der O_2-Konzentration der Tiefenschichten mitspielen.

Ein solcher Faktor ist vor allem die O_2-Absorption des Schlammes. Wir haben experimentell konstatierte Gründe zur Annahme, dass diese immer eine vollständige ist und darum auch immer eine Konstante in den Berechnungen darstellt; denn wir können sagen, dass der O_2-Gehalt des Schlammes = 0 ist. Doch liegt hierbei eine Annahme vor, nämlich dass die O_2-Absorption unter allen Verhältnissen innerhalb ein und derselben minimal mächtigen Oberflächenschicht des Schlammes vollständig ist. Dass dies nicht ganz richtig ist, hat man Gründe anzunehmen, denn bei höheren O_2-Konz. muss die O_2-absorbierende Oberflächenschicht ein klein wenig mächtiger werden als in anderen Fällen; diese Variationen sind aber so gering, dass es mir nie gelungen ist, die Annahme hinsichtlich ihres Vorhandenseins experimentell zu bestätigen. Der Diffusionsquerschnitt wird in diesem Falle gleichfalls eine Konstante. Die Zeit ist — wie oben angegeben auch eine Konstante — 24 Stunden. Wird die Zeit in Intervallen von 24 Stunden ausgedrückt, ist die experimentell festgestellte Konstante $k = 1{,}62$ (cm^2/24 Stunden); ds, die eine Variable, gibt die durch den Querschnitt q während 24 Stunden diffundierende O_2-Menge in cm^3 an, und die andere Variable $\frac{dc}{dx}$ ist die Zunahme der Konzentration, worin dc den O_2-Zuschuss ausgedrückt in cm^3 per l bedeutet und dx der Strecke, angegeben in cm, entspricht.

Wir wollen untersuchen, wie hoch über dem Schlamm eine Schicht von einer gewissen, niedrigen O_2-Konzentration bei verschiedener, allgemeiner von Beginn an im ganzen

Gefäss vorhandenen O_2-Konzentration nach einer in den verschiedenen Partialexperimenten gleichlangen Zeit vorhanden ist.

Die Antwort darauf geben die beigefügten Kurven (Fig. 1). Diese Kurven sind mit Hilfe der Formel

$$u = 2u_1 - u_0 + 2\,(u_0 - u_1)\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^{+z} e^{-\frac{1}{2}\xi^2}\, d\xi$$

konstruiert, deren vollständige Herleitung in einer balp erscheinenden Abhandlung aufgenommen werden wird. Hier ist $u =$ die Konz. im Punkte x zur Zeit t; $u_1 = 0 =$ die Konz. für $x = 0$ zu jedem t; $u_0 =$ die allgemeine Konzentration zur Zeit $t = 0$; $z = \frac{x}{2a\sqrt{t}}$; $2a^2 =$ die Diffusionskonstante; $x =$ die Ordinate in cm; $u_0 =$ die Abszisse in $\frac{cm^3}{Liter}$; t ist die Zeit in Tagen; ξ ist eine Integrationsvariable. Das Integral wird in oben erwähnter Abhandlung numerisch behandelt werden.

Die Kurven sagen im allgemeinen: Bei grosser allgemeiner O_2-Konzentration befindet sich eine Schicht von einer gewissen geringen O_2-Konzentration gleich in der Nähe des Schlammes, bei geringerer allgemeiner O_2-Konzentration etwas weiter davon und bei einer allgemeinen O_2-Konzentration, die ganz in der Nähe der O_2-Konzentration der erwähnten Schicht liegt, wird sich diese in sehr grossem Abstand davon befinden. Deshalb haben die Kurven einen asymptotischen Verlauf.

In diesem Falle beträgt die Zeit 24 Stunden, und wir sehen wie gering die abtransportierende Wirkung der O_2-Diffusion während dieser Zeit ist, besonders bei hohen O_2-Konzentrationen, und verhältnismässig noch langsamer wird die Wirkung bei längerer Zeit. Ein totaler O_2-Mangel, der in Seen keine seltene Erscheinung ist, sollte eigentlich nie entstehen können, sondern nach unendlicher Zeit sollte nur

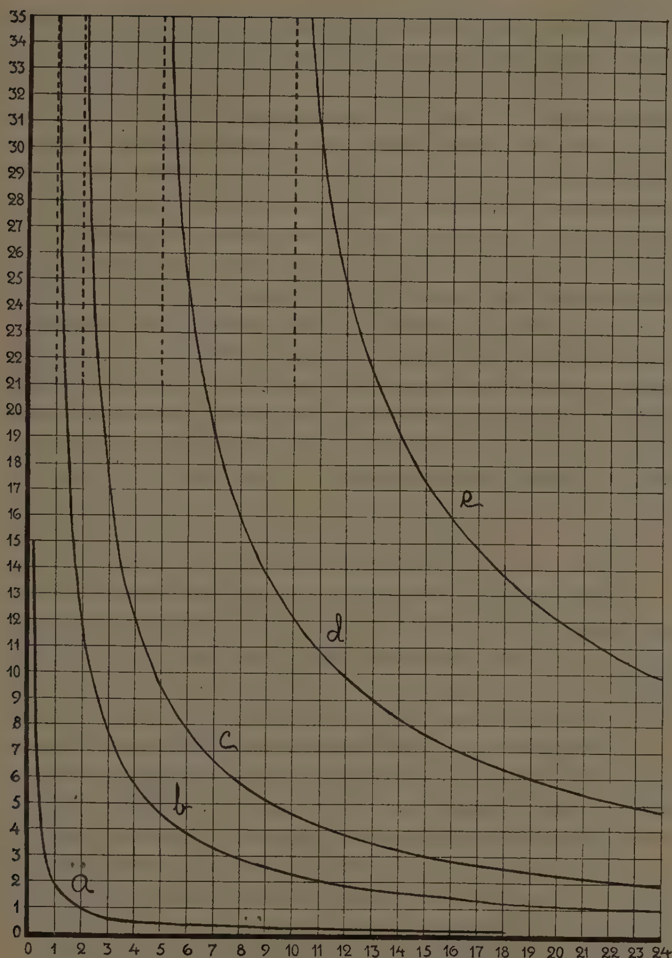


Fig. 1. Die vertikale Lage einiger speziellen O_2-Schichten bei verschiedenen allgemeinen O_2-Konzentrationen (0—24 cm³/Liter) nach einer Stagnation von 24 Stunden. In der Figur sind Kurven für folgende spezielle Schichten eingezeichnet: a) 0,08 cm³/Liter, b) 1 cm³/Liter, c) 2 cm³/Liter, d) 5 cm³/Liter, e) 10 cm³/Liter. Die Ordinate in der Figur gibt die Höhe in mm an; die Abszisse die allgem. Konzentr. in cm³/Liter.

ein geradliniger Diffusionsfall zwischen Grund und Oberfläche, resp. der unteren Fläche des Epilimnions (= das Wasservolumen über der Sprungschicht) zustande kommen. Wahrscheinlich genügen auch nicht die anderen von mir aufgezählten Faktoren, die bei der O_2-Reduktion des Schlammes tätig sind. Und auch aus anderen Gründen, die später erwähnt werden sollen, ist es klar, dass die Makroschichtung in den Seen — jedenfalls nur selten die sommerliche Makroschichtung — als eine durch verlängerte Zeit verstärkte Mikroschichtung erklärt werden kann. Entweder müssen wir uns mit der Erklärung von Birge und Juday begnügen, nach der die Makroschichtung mit der Mikroschichtung gar nichts zu tun hat, oder auch wir müssen annehmen, dass sich zu der Mikroschichtung noch eine weitere Wirkung eines bisher unbekannten Faktors gesellt, der der Mikroschichtung eine makroschichtende Rolle zu erteilen vermag.

Untersuchungsmethodik.

Gehen die O_2-verzehrenden Kräfte von in der Horizontalebene wirksamen Faktoren aus, so ist es selbstverständlich, dass die Schichtungen in den Seen horizontale Erscheinungen sein müssen. Ist dagegen der Grund der Ort des O_2-Verbrauches, soll es möglich sein festzustellen, dass die Schichtung von der Bodenkonfiguration der Wassersammlung bedingt wird. Früher ausgeführte Untersuchungen sind im allgemeinen von der Annahme ausgegangen, dass die horizontale Schichtung eine gegebene Tatsache sei; man hat sich vom tiefsten Punkt des Sees eine vertikale Serie verschafft und damit glaubte man die Zahlen erhalten zu haben, die für die Wassersammlung charakteristisch sind. Nur die Verschiebungen der Sprungschicht in der Horizontalebene, meistens infolge von Änderungen in den Windverhältnissen, haben eine gewisse Aufmerksamheit auf sich gelenkt.

Meine Untersuchungen haben als besondere Aufgabe

eine Klarlegung der Fragen gehabt, die oben als ungelöst gekennzeichnet worden sind. Deshalb bin ich besonders darauf ausgegangen, einen Vergleich zwischen den O_2-Gehalten und den Temperaturen im gleichen Niveau teils am Grund und teils an der tiefsten Stelle im See, also im freien Wasser zu erhalten. Die Temperaturwerte und die O_2-Proben vom gleichen Niveau wurden zuerst an der Stelle genommen, wo die Schicht im Niveau mit dem Bodenareal gelegen ist. Unmittelbar danach wurden Proben im freien Wasser im gleichen Niveau genommen, wobei die Stelle der Probeentnahme stets die tiefste Stelle des Sees darstellte. Durch diese unmittelbare Succession in der Probenahme wurden Störungen durch die Assimilation des Phytoplanktons oder den herrschenden Wind eliminiert. Über 20 Seen sind in dieser Weise untersucht worden. Zur Bestimmung der Temperatur habe ich einen Umkippthermometer für Tiefseeuntersuchungen benützt. Die Proben für die O_2-Analyse wurden mittels eines von mir konstruierten Wasserschöpfers entnommen, den ich in einem besonderen Aufsatz beschreiben werde. Die O_2-Analysen wurden nach von mir früher beschriebenen Methoden (ALSTERBERG 1925[1], 1926) ausgeführt.

Die hier vorgelegten Tatsachen, über die ich schon im April d. J. in einem Vortrag im hiesigen botan. Verein berichtet habe, werden sehr bald durch noch zwei Abhandlungen des weiteren beleuchtet werden, die eine, welche die Physik der Schichtung rein mathematisch behandeln wird, von mir und Herrn Kand. CL.-G. RUNQUIST, die andere, welche die Frage rein hydrographisch behandeln wird, von mir und Herrn Kand. G. LÖNNERBLAD.

Die Dynamik der Sauerstoffschichtung.

Hier sei eine Auswahl der prägnanteren Fälle mitgeteilt. Einer der Seen, die zuerst untersucht worden sind,

[1] Hier sei darauf aufmerksam gemacht dass es in oben zitierter Arbeit S. 22 R. 5 v. u. heisen soll 0,8301 g pro Liter anstatt 0,8031 g pro Liter

war der Odensee in Skåne. Dieser ist ein kleiner See mit ca. 120 m Durchmesser und 21 m Tiefe. Er liegt von hohen Abstürzen eingesäumt und ist daher sehr gegen Wind geschützt. Der See wurde in den Jahren 1926—1927 wiederholt besucht. Die hier wiedergegebene Serie wurde am 23. Juni 1926 erhalten. Diese Serie umfasst O_2-Proben von der Tiefe in der Mitte und beiderseits der Tiefe gelegenen Bodenflächen.

Tiefe m	Temperatur + °C.	O_2-Gehalt cm^3 per l.		
		Westl. Strand	Mitte	Östl. Strand
0	16,5	6,36	6,71	6,68
2	16,4	6,71	6,71	6,71
3	16,3	6,81	6,76	6,71
4	12,8	9,11	9,13	9,17
6	8,0	6,72	9,17	8,95
8	6,2	7,52	9,17	8,34
10	5,6	6,28	9,13	7,17
14	5,0	3,18	3,67	3,25
19	4,6		0,44	

Wir sehen ohne weiters (vgl. Fig. 2), dass in den tiefer gelegenen Regionen eine sehr scharf ausgeprägte Makroschichtung zutage tritt, wenn wir die O_2-Werte der Serie Proben aus der Mitte betrachten. Diese Schichtung ist aber nicht horizontal, sondern sie ist an der Strändern anders beschaffen, denn hier ragen die O_2-armen Schichten des Bodens deutlich gegen eine Randzone vor, die durch die Linie für die Sprungschicht angegeben wird. Oberhalb der Sprungschicht, die vollständig horizontal ist, kann kein Unterschied im O_2-Gehalt festgestellt werden, ob nun die Probe der Randzone oder draussen im freien Wasser entnommen worden ist. Nur wo Grundwasser hervorsickert, kann man oft, so auch im Odensee, einen auffällig geringeren O_2-Gehalt in der Randzone ganz in der Oberfläche konstatieren.

Die Temperaturschichtung dieses Sees — und wie auch

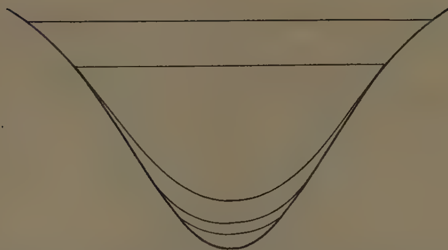


Fig. 2. Diagramm über die O_2-Schichtung im Odensee. Die O_2-Schichtung unter der horizontalen Sprungschicht folgt der Bodenkonfiguration.

sonst immer, jedenfalls in tieferen Wasserschichten — ist eine Erscheinung, die vollkommen horizontal verläuft.

Ferner will ich eine Probeserie vom Vita Vattnet oder Vilsee, wie er auch genannt wird, einem kleinen, hoch und offen gelegenen See im westlichen Blekinge anführen. Dieser ist ca. 22 m tief. Die Serie wurde am 25. August 1926 genommen und umfasst gleichwie später angeführte Serien nur Proben von der Tiefe in der Mitte sowie dem einen Strande der Bodenfläche.

Tiefe m	Temperatur + °C.	O_2-Gehalt cm³ per l.	
		Mitte	Nördl. Strand
0	17,5	6,48	6,44
3,4	17,8	6,52	6,43
8,0	17,5	6,42	6,37
9,0	12,0	7,51	7,42
13,0	8,0	6,25	5,64
18,0	7,0	4,17	3,40
23,0	7,0	2,93	

Auch hier finden wir in tieferen Wasserschichten eine stark ausgeprägte Makroschichtung, die vom Boden in den Strandregionen einen gewissen Einfluss erfährt (vgl. auch Fig 3). Hier ist dieser Einfluss aber bedeutend weniger

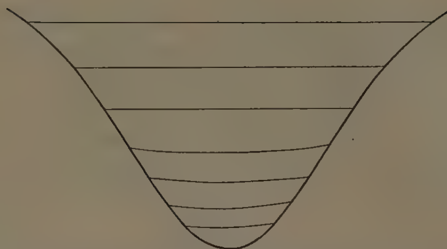


Fig. 3. Diagramm über die O_2-Schichtung im Vita Vattnet. Die O_2-Schichtung folgt im grossen und ganzen der Horizontalebene.

ausgesprochen als in bezug auf den Odensee. Wir können in diesem Fall gleichwie in vielen anderen, hier nicht genannten, vielleicht noch ausgesprocheneren Beispielen, der Ansicht sein, dass die Schichtung im grossen horizontal ist, denn die Abweichungen in vertikaler Richtung sind im Vergleich mit der grossen Ausdehnung in horizontaler Richtung sehr gering.

Wir gehen ohne weiteres zu einem dritten untersuchten Fall, nämlich einer Serie vom See Skärhult in Småland über. Dieser ist ein langer und schmaler See, im allgemeinen 4 bis 6 Meter tief, aber an einer sehr begrenzten Stelle 14,5 m tief.

Tiefe m	Temperatur + °C.	O_2-Gehalt cm^3 per Liter	
		Mitte	Östl. Strand
0	19,3	—	5,70
2,0	19,0	5,00	5,05
4,0	17,4	3,42	3,28
5,3	13,0	0,47	0,45
6,0	10,0	1,38	0,40
9,4	9,0	1,54	1,35
12,0	8,4	0,42	0,53
14,5	8,2	0,41	

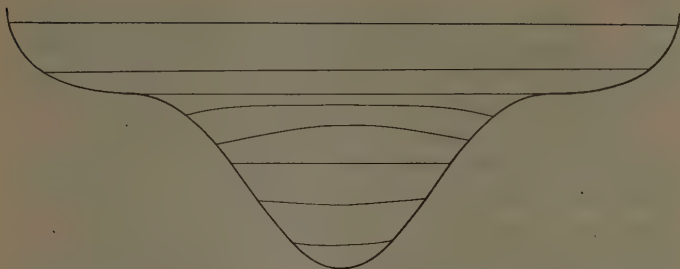


Fig. 4. Diagramm über die O_2-Schichtung im Skärhultssee Die horizontale Sprungschicht, deren Lage von der allgemeinen Tiefe des Sees bestimmt wird, ist durch zwei horizontale Linien zunächst der Oberfläche angegeben. Darunter kommt eine Schichtung, nur wenig von der Bodenkonfiguration bestimmt.

Hier liegt ein besonders bemerkenswerter Fall, der früher einigemale beschrieben worden ist, vor, denn in der Sprungschichtregion ist eine Wasserschicht mit einem niedrigeren O_2-Gehalt eingeschaltet, als der in den oberhalb und unterhalb derselben vorhandenen Schichten (vgl. auch Fig. 4). Bisher hat man vergebens versucht das Phänomen zu erklären. »As yet, the causes of the more rapid depletion of the oxygen in the mid-thermocline stratum are not clearly evident. — Here again decomposition, it would seem, is the chief factor. The water of this stratum is much colder than the upper water, sometimes as much as 10°. The organisms constituting the phytoplankton adjust their floating devises such as oil droplets, gas vacuoles, etc., so as to enable them to remain suspended in the warmer upper water. But when they die and sink down to this region where the water rapidly becomes colder, their downward progress will be checked for a time because the density of this water is greater. Therefore it seems probable that they may remain here long enough to permit them to pass through the early stages of decomposition and in this way they may make inroads upon the supply of dissolved oxygen at this depth. It is possibly also that

either senile or healthy phytoplanktonts sink into this region and live here saprophytically for a time and under such conditions, they would actively consume oxygen» (Birge u. Juday l. c., S. 50).

Die Sache verhält sich indessen in einer ganz anderen Weise. Das Grundprofil von Seen mit einer derartigen Schichtung zeigt immer starke Brüche in der Bodenkonfiguration. So verhielt es sich z. B. mit dem oben genannten See Skärhult und ebenso beschaffen war ein anderer in gleicher Art O_2-geschichteter See, der Halensee im westlichen Blekinge. Dies ist auch mit den von Birge und Juday untersuchten, in dieser Art geschichteten Seen der Fall. Die Sprungschicht hat auf Grund der Wirkung des Windes die Eigentümlichkeit, dass sie in derartigen Fällen soviel wie möglich sich in das Niveau mit dem allgemeinen Bodenniveau stellt, und es ist in der Tat O_2-armes Wasser von diesem allgemeinen Bodenniveau, das in freies Wasser hinaus aspiriert wird. Das es sich so verhielt, zeigten die O_2-analytischen Werte des Bodenwassers von diesem allgemeinen Bodenniveau.

Damit ist das Problem aber noch nicht endgültig gelöst. Die Sprungschicht ist ja keine stationäre Erscheinung sondern wandert während des Frühjahres von tieferen Wasserschichten, wo sie gebildet worden ist, nach oben, und während des Herbstes wandert sie wieder nach unten um schliesslich ganz zu verschwinden. Während des Nachobenwanderns hat sie die ganze Bodenfläche tangiert, die in Niveaus für das Nachobenwandern liegt. Hierbei ist das Wasser, das sonst über der Bodenfläche stagniert hätte, durch die aspirierende Wirkung der Winde, gleichwie allmählich weggeschaufelt worden. Dies führt natürlich zu dem Resultat, dass die Schichtungen ein stark horizontales Gepräge erhalten.

Indessen sollte während der Zeit, die seit dem Nachobenwandern der Sprungschicht verfliesst, in den unterhalb dieser befindlichen Wasserschichten ein O_2-Verbrauch erfolgt

sein, besonders stark ausgesprochen in der Nähe des Bodens. Dass der Grund im See Skärhult einen derartigen Einfluss ausgeübt hat, können wir den angeführten O_2-analytischen Werten entnehmen, doch sind diese Einflüsse unerwartet schwach ausgeprägt. In der Tat wird im grossen die O_2-Schichtung in der Wassermasse unter der Sprungschicht so gut wie ausschliesslich von der Horizontalebene bestimmt, während der Einfluss der Bodenkonfiguration erst durch genaue Analysen konstatiert werden kann. Diese Eigentümlichkeit wird indessen leicht dadurch erklärt, dass die Wirkung des Windes auf die Seen im allgemeinen keineswegs auf das Wasservolumen oberhalb der Sprungschicht begrenzt ist, sondern dass durch die hier hervorgerufenen Strömungen in darunter befindlichen Schicht sekundäre Ströme induziert werden, die ihrerseits tertiäre usw. hervorrufen. Das will sagen, dass die ganze Wassermasse eines Sees, von der Oberfläche bis zum Grund, bei Wind in Bewegung gerät, wenn auch mit stark abnehmender Geschwindigkeit in den tieferen Schichten, wobei ausserdem die Bewegung, besonders in der Sprungschichtregion, in hohem Grade auf dünne Elementarschichten begrenzt ist. Demnach ist das Wasser nicht nur in bezug auf chemische und Temperaturverhältnisse geschichtet sondern auch auf Grund der also vorhandenen Unterschiede in der Dichte auch mit Hinsicht auf die Strömungsverhältnisse. Wie man sich die Sache vorzustellen hat, habe ich in beigefügtem Diagramm (Fig. 5) zu veranschaulichen versucht. Sobald ein derartiges Stromsystem vorhanden ist, ist es ja klar, dass die O_2-Schichtung, die vom O_2-Verbrauch des Bodenschlammes hervorgerufen wird und demnach der Bodenkonfiguration folgen sollte, zu einer horizontalen Erscheinung wird. Nur in dem Fall, dass die Rolle der Winde auf Grund der Lage der Wassersammlung eine minimale ist, wird der Einfluss der Bodenkonfiguration deutlich, obgleich die Winde auch in anderen Fällen keineswegs jede Spur des unmittelbaren Einflusses dieses

Fig. 5. Diagramm über die durch die Windwirkung in einem See hervorgerufenen Wasserströmungen. Der oberste Pfeil markiert die Windrichtung. Besonders gleich unter der Sprungschicht sind die Elementarschichten ganz dünn.

Faktors wegzuwischen imstande sind. Wir müssen uns ja daran erinnern, dass wir gerade dank eines starken Bruches in der Bodenkonfiguration des Sees Skärhult der Bedeutung des Windes auf die Spur gekommen sind. Im übrigen bin ich zu der Annahme geneigt, dass Brüche in der vertikalen O_2-Verteilung eines Sees oft ausschliesslich auf Unregelmässigkeiten im Boden zurückzuführen sein dürften.

Wir haben früher in der 0_2-Schichtung des Odensees und Vita Vattnet frappierende Unterschiede festgestellt, den während in dem ersteren See die Schichtung in hohem Grade der Bodenkonfiguration folgte, war dies hinsichtlich des Vita Vattnet wenig der Fall. Woher kommen diese Unterschiede? Die Erklärung liegt in der Lage dieser Seen. Der Odensee liegt vor dem Einfluss der Winde sehr geschützt, während der See Vita Vattnet offen und hoch liegt. Im ersteren Fall liegt die thermisch geschichtete Wassermasse unter der Sprungschicht ganz ruhig und deshalb macht sich der Einfluss der Bodenkonfiguration geltend, während im See Vita Vattnet ganz wie im Skärhultsee die Wassermassen unter der Sprungschicht sich auf Grund des Einflusses der Winde in einer schwachen aber steten Bewegung befinden.

Diese neuen Gesichtspunkte haben auch bei der Erklärung der Oligotrophie der subalpinen Seen und nahestehender Typen mitzusprechen. Auch ein derartiger See ist untersucht worden, nämlich der Ivösee, ein grosser See im östlichen Skåne. Dieser ist 50 m tief. Die hier wiedergegebene Serie wurde am 28. Aug. 1926 genommen.

Tiefe m	Temperatur + °C.	O_2-Gehalt cm³ per Liter	
		Mitte	Westl. Strand
0	16,6	6,64	7,54
14,8	16,6	6,58	6,53
18,0	14,8	6,36	6,46
19,3	14,2	6,15	5,80
21,0	12,0	5,83	5,71
25,6	8,6	5,66	5,82
34,4	8,4	5,45	5,48
43,5	8,4	5,38	5,52
49,0	8,0	5,31	

Man gewahrt eine Unregelmässigkeit in der Lage der Sprungschicht, die in bezug auf die O_2-Verteilung nicht ganz horizontal ist, eine Verschiebung wahrscheinlich infolge des Einflusses der Winde, da die Oberfläche des Sees oft stark windbewegt ist. Aber in den tieferen Schichten kommen keine in *bestimmten* Richtungen verschobene Unterschiede zwischen den O_2-Proben, genommen im Kontakt mit dem Grund und draussen im freien Wasser, vor. Der durchweg hohe O_2-Gehalt im ganzen Wasservolumen von der Oberfläche bis zum Boden kann demnach nicht so erklärt werden, dass die Windwirkung weniger stark ausgesprochen sein sollte. Das Moment, an das wir uns zu halten haben, ist, dass die Bodenkonfiguration eine andere ist. Eine durchgehende Eigenschaft aller oligotrophen Seen ist ihre grosse Tiefe und sind ihre steil abstürzenden Böden. Hier kann einerseits wenig agiles Substrat sedimentiert werden, anderseits wird der Kontakt zwischen dem Wasser

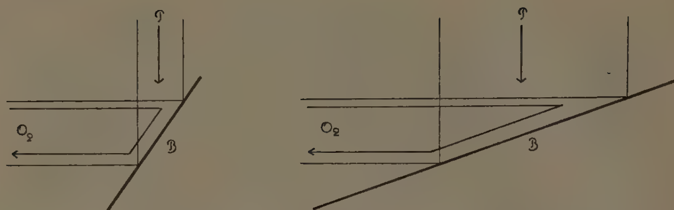


Fig. 6. Diagramm über die mit Veränderungen in der Böschung der Seebodenfläche folgenden Verschiebungen betreffs der Grösse der in einem See wirkenden Umsetzungsfaktoren. Oligotrophe (supalpine) Seen links; eutrophe (Flachlands-) Seen rechts. O_2 = Sauerstoff einer horizontalen Wasserschicht; B = die der Wasserschicht entsprechende Bodenfläche; P = das auf diese Fläche hinuntersinkende abgestorbene Plankton.

und dem Boden in einem solchen Fall weit geringer, was das beigefügte Diagramm (Fig. 6) zeigt.

Zusammenfassung.

Hiermit können wir das Problem — das Verhältnis der chemischen Mikro- und Makroschichtung zu einander — endgültig angreifen.

Als Ursache der chemischen Makroschichtung hat man die sinkende, sterbende Planktonflora betrachtet. Solchenfalls ist es aber schwer zu verstehen, wieso die O_2-Verteilung in horizontalen Schichten draussen im Wasser in grossen Abständen so genau gleich ist, was ich bei vielen Gelegenheiten habe konstatieren können. Und ferner dürfte wohl das Schwebevermögen des Planktons, besonders des Nanno- und Mikroplanktons, auch im toten Zustande grösser sein, als die oben genannte Theorie verlangt. Und es wäre übrigens erstaunlich, wenn die Makroschichtung nicht in irgendeinem näheren Verhältnis zur Mikroschichtung oberhalb der Bodenmasse stehen würde; denn die eben genannte Theorie schliesst jeden Einfluss von den mikrogeschichteten Wasserschichten aus.

Wir haben indessen durch reine Berechnungen gefun-

den, dass die Makroschichtung erst nach einer ziemlich langen Zeit auf die Mikroschichtung folgen könnte, wenn wir nur jene Faktoren berücksichtigen würden, welche die Mikroschichtung verursachen. Und bei Untersuchungen an Ort und Stelle haben wir gefunden, dass derartig verursachte, *primäre Makroschichtungen* in der Tat in der Natur umso seltener vorkommen müssen, da die Winde stets mit dem Umschaufeln des Wassers in horizontalen Niveaus tätig sind. Nur in einem Falle ist eine derartige primäre Makroschichtung konstatiert worden, nämlich in dem gut windgeschützten Odensee, wo wir fanden, dass die Schichtung von der Bodenkonfiguration bestimmt wird. Ausserdem dürften primäre Makroschichtungen als allgemeine Erscheinung in den Seen während der Winter hinzukommen, da zu dieser Zeit das Eis das Wasservolumen der Seen gegen stärkere Ummischungen als Folge des Windes schützt.

Hiermit können wir zu einer dritten Erklärungsmöglichkeit übergehen, nämlich dass die Ursache der Makroschichtung in der durch die Bodenkonfiguration bestimmten Mikroschichtung, kombiniert mit der Wirkung der in der Horizontalebene arbeitenden Winde zu suchen ist. Wir erhalten als Resultat eine *sekundäre Makroschichtung*, die der Horizontalebene folgt. Es braucht nicht vieler Überlegungen um zu verstehen, dass meine Erklärung, die auf ein intimes Zusammenwirken zwischen Boden bzw. Seebodenfauna (ALSTERBERG 1924) und Wassermasse mit Hilfe der Winde baut, die einzige zufriedenstellende ist. Und die von diesem Zusammenwirken herrührenden Schichtungserscheinungen betreffen keineswegs nur den O_2 sondern alle Substanzen, die im Wasser und im Boden vorhanden sind und für die Organismen Bedeutung besitzen. Dazu kann noch die unmittelbare O_2-Zehrung des hinuntersinkenden abgestorbenen Planktons von einer gewissen aber nur sehr untergeordneten Bedeutung sein.

Zool. Inst. d. Universität Lund d. 1. Juli 1927.

Literaturverzeichnis.

ALSTERBERG, G., Die respiratorischen Mechanismen der Tubificiden. Lunds Universitets Årsskrift N. F. Avd. 2. Bd 18. Nr 1. 1922.

—, Die Nahrungszirkulation einiger Binnenseetypen. Arch. f. Hydrobiol. Bd 15. 1924.

-, Über Jodidanalyse und neue Einstellungsmethoden für Permanganat- und Hyposulfitlösungen Biochem. Ztschr. Bd 166, 1925.

—, Die Winklersche Bestimmungsmethode für in Wasser gelösten, elementaren Sauerstoff sowie ihre Anwendung bei Anwesenheit oxydierbarer Substanzen. Ebenda. Bd 170. 1926.

BIRGE, E., u. JUDAY, CH., The inland lakes of Wisconsin The dissolved guses of the water and their biological significance Wisc. Geol. and Naturhist. Survey Bull. No. XXII, Scient. Series No. 7, 1911.

FICK, A., Ueber Diffusion. Poggendorff's Annalen der Physik. Bd 94, 1855.

STERN, O., Art. »Osmotische Theorie» in: Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd 7, 1913.

Botaniska Notiser 1927. Lund 1927.

Über die Blasenzellen der Florideen.

Von Harald Kylin.

Bei einigen Florideen kommen besondere, stark lichtbrechende Zellen vor, die in der Literatur Blasenzellen genannt worden sind. Zum ersten Mal wurden solche Zellen bei *Antithamnion plumula* beobachtet, sind aber später bei *Bonnemaisonia asparagoides, Asparagopsis hamifera, Trailliella intricata, Antithamnionella sarniensis, Ceramium tennissimum, Turnerella pacifica* und *Opuntiella californica* beschrieben worden. Über die Funktion der Blasenzellen wissen wir zur Zeit sehr wenig; es ist indessen sicher nachgewiesen worden, dass die Blasenzellen von *Bonnemaisonia* und *Trailliella* Jod in irgend einer Form enthalten, und jüngst hat Sauvageau behauptet, dass in den Blasenzellen von *Antithamnion* und *Antithamnionella* Brom in freiem Zustande vorhanden sei. Vom chemischen Gesichtspunkt scheint mir aber diese Behauptung ziemlich unwahrscheinlich, und ich möchte deshalb den Angaben von Sauvageau eine kritische Erörterung widmen.

Antithamnion und Antithamnionella.

Die Blasenzellen dieser Florideen kommen in Form von runden oder ellipsoidischen Bildungen an den Oberseiten der Seitenäste vor. Sie sind in der Literatur schon mehrmals beschrieben worden, und es ist deshalb hinreichend auf die Literaturangaben hinzuweisen. In bezug auf die Blasenzellen von *Antithamnion* habe ich in einer früheren Arbeit (Kylin 1915 S. 11) die älteren Angaben zusammengestellt, und dazu einige neue Angaben und Abbildungen

hinzugefügt. SAUVAGEAU (1926 S. 7) gibt eine neue Zusammenstellung und neue Abbildungen, und jüngst hat SCHUSSNIG (1927 S. 202) den Bau und die Entwicklung der Blasenzellen von *Antithamnion plumula* sehr genau studiert und gut abgebildet. Die Blasenzellen von *Antithamnionella* sind von SAUVAGEAU (1926 S. 7) abgebildet worden.

Wie oben erwähnt, sollen die Blasenzellen bei *Antithamnion* und *Antithamnionella* nach SAUVAGEAU Brom in freiem Zustande enthalten; sie werden von diesem Forscher »bromuques» genannt. Als Reagenz auf freies Brom hat SAUVAGEAU Fluorescin benutzt. Dieser Farbstoff färbt die Blasenzellen rot, und diese Tatsache wird folgenderweise gedeutet: die Blasenzellen nehmen das Fluorescin auf, und unter Einfluss des freien Broms der Blasenzellen bildet sich Eosin; Eosin ist Tetrabromfluorescin; die Blasenzellen werden nach SAUVAGEAU eosinrot gefärbt. — In diesem Zusammenhang sei indessen darauf hingewiesen, dass SAUVAGEAU (1926 S. 17) auch Azetosulfofuchsin als Bromreagenz benutzt hat; mit diesem Reagenz gelang es ihm aber nicht, freies Brom in den Blasenzellen nachzuweisen.

Nun ist indessen freies Brom ein Stoff, der mit organischen Stoffen sehr energisch reagiert, und es scheint mir schwer zu verstehen, wie diejenigen Plasmamembranen, Vakuolwände oder Zellwände aufgebaut sei müssten, die dem zerstörenden Einfluss des freien Broms wiederstehen könnten. Eine Möglichkeit wäre aber, dass es in den lebenden Blasenzellen kein freies Brom gäbe, sondern anstatt dessen irgend eine Bromverbindung, die unter den nach dem Tode herrschenden Bedingungen freies Brom abspalten könnte. Diese Möglichkeit wird aber von SAUVAGEAU abgewiesen, von chemischem Gesichtspunkt scheint sie mir dagegen die wahrscheinlichere zu sein.

Eine besonders interessante Angabe ist die, dass die Blasenzellen von 20—25 Jahre alten Herbariumexemplaren von *Antithamnion plumula* noch freies Brom enthalten

(SAUVAGEAU 1926 S. 19). Man fragt sich aber, wie ist dies möglich. Freies Brom verdampft ja leicht schon bei Zimmertemperatur, und muss wohl beim Trocknen der Alge zusammen mit dem Wasser entfernt worden sein. Übrigens müssten sich wohl die nicht verdampften Bromreste nach 20—25 Jahren mit den organischen Stoffen der Blasenzellen verbunden haben. Das Vorkommen von freiem Brom in den Blasenzellen alter Herbariumexemplare scheint mir nicht möglich zu sein. Und des Weiteren, wären in den lebenden Blasenzellen irgend welche Bromverbindungen vorhanden, die nach dem Tode der Alge Brom abspalten, so müssten wohl diese in alten Herbariumexemplaren völlig zerlegt, und alles Brom verschwunden sein. Nur stabile Bromverbindungen könnten meiner Meinung nach noch vorhanden sein.

Während des letzten Sommers (1927) habe ich Gelegenheit gehabt, die biologische Station in Roscoff (Finistèrre, Frankreich) zu besuchen, und es wurde mir dort die Freude bereitet, dem französichen Algologen Dr. CHEMIN zu begegnen. Dieser Forscher war unter anderem mit einer Untersuchung über die Blasenzellen der Florideen beschäftigt, studierte dabei auch *Antithamnion* und *Antithamnionella*, und besonders die Färbbarkeit der Blasenzellen dieser Algen mit Fluorescin. In sehr liebenswürdiger Weise zeigte er mir seine Präparate, und lenkte dabei meine Aufmerksamkeit darauf, dass die Blasenzellen von Fluorescin orangefarbig, nicht aber eosinrot gefärbt wurden. Zusammen machten wir dann mehrere Versuchsreihen, in denen die Blasenzellen der beiden oben erwähnten Algen mit Lösungen verschiedener Konzentrationen von Eosin oder von Fluorescin gefärbt wurden. Es erwies sich dabei, dass die beiden Farbstoffe die Blasenzellen in verschiedener Weise färben, und zwar Eosin ins Rote, Fluorescin ins Orange. Diese Beobachtung scheint aber schon SAUVAGEAU (1926 S. 11) gemacht zu haben. Er schreibt nämlich, dass die Eosinlösung eine Rotfärbung gibt, die mehr an die Farbe des Fuchsins als an die des Eosins erinnert. Ich kann diese

Angabe nur in solcher Weise deuten, dass schon SAUVAGEAU beobachtet hat, dass die Blasenzellen von einer Eosinlösung mehr rein rot als von einer Fluorescinlösung gefärbt werden. Da aber natürlich diejenige Farbe, die von einer Eosinlösung gegeben wird, als eosinrot zu bezeichnen ist und da Fluorescin, wie oben erwähnt wurde, die Blasenzellen in einer anderen Weise färbt als Eosin, muss man die Behauptung SAUVAGEAUS, dass die Blasenzellen bei *Antithamnion* und *Antithamnionella* von Fluorescin eosinrot gefärbt werden als irreführend bezeichnen.

Die Nachprüfung hat also ergeben, dass die Blasenzellen der in Rede stehenden Algen von Fluorescin nicht eosinrot gefärbt werden, und aus dieser Tatsache ist der Schluss zu ziehen, dass SAUVAGEAU durch seine Versuche gar nicht bewiesen hat, dass Brom in den Blasenzellen dieser Algen vorhanden sei. Es ist aber offenbar, dass die Blasenzellen Fluorescin sehr leicht aufspeichern, und dabei eine besondere Farbe annehmen. Fluorescin bildet in festem Zustande ein orangerotes Pulver; die Lösung ist in durchfallendem Licht gelb. Die Färbbarkeit der Blasenzellen mit Fluorescin steht wohl mit einer Absorbtion des unveränderten Farbstoffes im Zusammenhang.

Nun muss aber hervorgehoben werden, dass die obige Erörterung gar keinen Gegenbeweis gegen das Vorkommen von Bromverbindungen mit leicht abspaltbarem Brom in den Blasenzellen bei *Antithamnion* und *Antithamnionella* darstellt, doch sind andere Reagenzien als Fluorescin notwendig, um das Vorhandensein oder Fehlen von Brom klarzulegen. Verkleisterte Stärke wäre vielleicht bei sehr sorgfältiger Arbeit verwendbar. — Brom färbt Stärke gelb bis orangerot; vgl. des Näheren die Angaben von GERTZ (1926 S. 349). — Bei einer früheren Gelegenheit (KYLIN 1915 S. 11) habe ich die Blasenzellen bei *Antithamnion plumula* in bezug auf das Vorkommen von Jod mit schwach saurer Stärkelösung geprüft. Die Stärke wurde nicht gefärbt. Jod war demnach nicht vorhanden, und sicher auch

nicht Brom in etwas grösseren Mengen. Betreffs des Vorkommens von kleineren Brommengen wage ich aber gegenwärtig aus diesem alten Versuche keinen Schluss zu ziehen. Die Bromstärkeprobe ist nicht so empfindlich wie die Jodstärkeprobe.

Da es demnach mit den gegenwärtigen Literaturangaben nicht möglich ist, mit Sicherheit zu sagen, ob Bromverbindungen in den Blasenzellen von *Antithamnion* vorhanden seien oder nicht, habe ich mir, um jedoch das Problem seiner Lösung etwas näher zu führen, die Frage gestellt, ob Bromverbindungen in der Asche nach einer Verbrennung von *Antithamnion* vorkommen. Untersuchungsmaterial habe ich im August dieses Jahres (1927) in der Nähe der zoologischen Station Kristineberg an der Westküste Schwedens eingesammelt; 8 g frisches Material von *Antithamnion plumula* wurde erbeutet. Das Material wurde getrocknet, und in zwei gleichen Portionen vorsichtig verbrannt. Die Asche jeder Probe habe ich dann in etwas Wasser gelöst, jede Lösung nach Abfiltrieren ungelöster Bestandsteile zuerst mit Schwefelkohlenstoff dann mehrmals vorsichtig mit Chlorwasser versetzt und kräftig durchgeschüttelt. Bromide waren in beiden Proben leicht nachweisbar, Jodide fehlten dagegen. Es ist mir also gelungen, nachzuweisen, dass in der Asche von *Antithamnion plumula* leicht nachweisbare Mengen Bromide vorhanden sind, und dies deutet darauf hin, dass in dem lebenden *Antithamnion* Bromverbindungen und dann wohl in erster Linie Bromide vorkommen.

In *Antithamnion plumula* gibt es also Bromverbindungen. Es ist wohl anzunehmen, dass in der lebenden Pflanze eine Anreicherung von Bromiden stattfindet, und dass die Alge aus den Bromiden organische Bromverbindungen erzeugen, die dann in den Blasenzellen abgelagert werden. Des Weiteren scheint es mir nicht unmöglich, dass die Bromverbindungen der Blasenzellen unter besonderen Bedingungen postmortal freies Brom abspalten könnten; es ist doch hervorzuheben, dass eine solche Abspaltung freien

Broms noch nicht bewiesen ist. Die Annahme SAUVAGEAUS, dass die lebenden Blasenzellen freies Brom enthalten, ist dagegen meiner Meinung nach unrichtig.

Nun möchte ich indessen über die Resultate einiger Versuche mit *Antithamnion plumula* berichten, die ich im August dieses Jahres (1927) an der zoologischen Station Kristineberg machte. Frische Thallusteile wurden in 80 %-igen Alkohol hineingelegt, und die Nacht über liegen gelassen. Nach dieser Behandlung liessen sich die Blasenzellen mit Eosin resp. Fluorescin in derselben Weise wie lebende Blasenzellen färben. Einige Tallusteile wurden in Meerwasser, welches mit Salzsäure bis zu 0,2 % versetzt worden war, hineingelegt, die Nacht über liegen gelassen und dann in Meerwasser ausgewaschen. Die Blasenzellen liessen sich nach dieser Behandlung mit Eosin resp. Fluorescin in derselben Weise wie im frischen Zustande färben. Diejenigen Stoffe, die mit Eosin resp. Fluorescin gefärbt werden, sind demnach sowohl in Alkohol als in schwach saurem Wasser unlöslich. — Nach früheren Angaben enthalten die Blasenzellen von *Antithamnion plumula* eiweissartige Stoffe (vgl. KYLIN 1915 S. 11).

Und nun einige Worte über die biologische Bedeutung der Blasenzellen von *Antithamnion.* In bezug auf ältere Auffassungen verweise ich auf meine frühere Arbeit (1915) und erwähne hier nur, dass SCHUSSNIG, der im Jahre 1914 vermutete, dass die Blasenzellen als Schwimmblasen dienten, in einer jüngst erschienenen Arbeit der Meinung ist, »dass die Blasenzellen der Excretion von Stoffen, die beim Stoffwechsel als schädliche Spaltungsprodukte aufgefasst werden können, dienen» (SCHUSSNIG 1927 S. 210). Er stützt diese Auffassung mit der Beobachtung, dass die Blasenzellen aufplatzen können und dann entleert werden. Leider ist aber diese Beobachtung an fixiertem, nicht an lebendem Material gemacht. Nach den Untersuchungen von SAUVAGEAU (1926) wissen wir, dass die Blasenzellen von *Antithamnion* in einem gewissen Entwicklungsstadium gegen äussere Einflüsse sehr

empfindlich sind; gereizt, platzen sie dann auf und werden entleert; ungereizt, platzen sie dagegen nicht auf.

Der Meinung SCHUSSNIGS, dass die Blasenzellen bei *Antithamnion* Excretionsorgane schädlicher Spaltungsprodukte darstellen, kann ich mich nicht anschliessen. Im Gegenteil bin ich der Ansicht, dass die Blasenzellen Stoffe bilden, die unter besonderen Bedingungen der Alge nützlich sein können. Sie enthalten möglicherweise giftige Stoffe, oder solche könnten bei der Verletzung der Blasenzellen gebildet werden; die giftigen Stoffe würden dann als Schutz gegen Tiere, besonders gegen kleine pflanzenfressende Mollusken, dienen. Die Blasenzellen stellen also meiner Meinung nach Schutzeinrichtungen gegen Tiere dar. Eine ähnliche Auffassung habe ich schon früher in bezug auf die biologische Bedeutung der jodführenden Blasenzellen bei *Bonnemaisonia* und *Trailliella* ausgesprochen (KYLIN 1915 S. 4 und S. 7).

Bei den Arten der Gattung *Platythamnion*, die *Antithamnion* sehr nahe steht, sind auch Blasenzellen vorhanden, die sich mit Eosin resp. Fluorescin in derselben Weise wie die Blasenzellen von *Antithamnion* färben lassen. Besonders habe ich *Pl. villosum* geprüft; Material von Friday Harbor, Wash., U. S. A. (vgl. KYLIN 1925 S. 51).

Ceramium.

Die Blasenzellen von *Ceramium tenuissimum* enthalten im allgemeinen einen, seltener mehrere Eisweiskrystalle; Jod ist nicht vorhanden (KYLIN 1915 S. 10). Zu diesen Angaben möchte ich hier hinzufügen, dass die Blasenzellen von Eosin rot gefärbt werden, dass sie aber in einer Fluorescinlösung ungefärbt bleiben; geprüft wurde getrocknetes Material.

OLLIVIER (1927 S. 297) gibt an, dass er eine *Ceramium*-Art gefunden habe, deren Blasenzellen von Fluorescin in derselben Weise wie diejenigen von *Antithamnion cruciatum* gefärbt werden, und er zieht daraus den Schluss,

dass in den Blasenzellen dieser *Ceramium*-Art Brom vorhanden sei. Aus den schon oben in bezug auf die Blasenzellen bei *Antithamnion* angeführten Tatsachen dürfte indessen hervorgehen, dass eine solche Schlussfolgerung nicht richtig sein kann.

Turnerella und Opuntiella.

Wie ich in einer früheren Arbeit (Kylin 1925 S. 22) nachgewiesen habe, gibt es bei *Turnerella pacifica* und *Opuntiella californica* zwischen den Zellen der äusseren Gewebeschichten grosse, farblose, stark lichtbrechende Zellen, die als Blasenzellen zu bezeichnen sind (auf Englisch »glandular cells»). Sie enthalten eiweissartige Stoffe; ob sie brom- oder jodführend sind, wissen wir nicht. Die Blasenzellen der beiden Arten werden von Eosin rot gefärbt. Von Fluorescin werden diejenigen bei *Opuntiella* gelb gefärbt, während diejenigen bei *Turnerella* beinahe ungefärbt bleiben (oder möglicherweise sehr schwach gelblich werden). Geprüft wurde in beiden Fällen getrocknetes Material.

Bonnemaisonia asparagoides.

In bezug auf ältere Literaturangaben über die Blasenzellen bei *Bonnemaisonia* verweise ich auf meine frühere Arbeit 1915 S. 1 und daneben auf eine jüngst erschienene Arbeit von Sauvageau (1925 S. 31). Neue Angaben habe ich hier nicht mitzuteilen, möchte aber hervorheben, dass ich mich der Ansicht Sauvageaus, dass die jodführenden Blasenzellen dieser Alge Jod in freiem Zustande enthalten, nicht anschliessen kann, sondern dass ich die von Molisch (1913 S. 82) ausgesprochene Vermutung, dass es sich hier um eine labile, leicht Jod abspaltende Verbindung handle, viel wahrscheinlicher finde.

Asparagopsis hamifera.

Bei dieser Alge finden wir Blasenzellen, die mit denjenigen von *Bonnemaisonia* gut übereinstimmen, und die sich in derselben Weise wie diejenigen bei *Bonnemaisonia* entwickeln dürften. Ob sie jodführend sind, wissen wir nicht sicher, nach einer Angabe bei SAUVAGEAU (1926 S. 7) ist es aber wahrscheinlich, dass sie Jod in irgend einer Form enthalten.

Trailliella intricata.

Die jodführenden Blasenzellen dieser Alge (leider unter dem Namen *Spermothamnion roseolum)* habe ich in einer früheren Arbeit (1915 S. 5) beschrieben und abgebildet; jüngst sind sie von SCHUSSNIG (1927 S. 211) untersucht worden. Von besonderem Interesse ist es, dass die Blasenzellen erst bei saurer Reaktion Jod abspalten. Bei neutraler Reaktion kann man die Alge bis zum Absterben liegen lassen, ohne dass eine Jodabspaltung stattfindet (KYLIN 1915 S. 5). Diese meine früheren Beobachtungen habe ich im letzten Sommer bestätigen können. Hier ist also gar keine Rede von freiem Jod in den lebenden Blasenzellen, sondern von labilen, Jod leicht abspaltenden Verbindungen (vgl. *Bonnemaisonia)*.

Schon früher (1915 S. 6) habe ich angegeben, dass die älteren Blasenzellen von *Trailliella* kein Jod abspalten; nur die jüngeren, nicht aber die allerjüngsten, sind jodführend. Nach einer jüngst erschienenen Untersuchung von SCHUSSNIG (1927 S. 217) werden ältere Blasenzellen entleert; die entleerte Substanz bleibe eine Zeitlang an der Aussenwand des Fadens in Form von kleinen Kügelchen oder Körnchen von bräunlicher Farbe haften. Dass braune Körnchen an den Zellwänden der *Trailliella*-Fäden in reichlicher Menge vorkommen, habe ich schon früher nachgewiesen, und zwar auch, dass sie bei saurer Reaktion Jod abspalten. Des Weiteren finde ich SCHUSSNIGS Vermutung,

dass diese Körnchen aus den Blasenzellen herstammen, ganz plausibel. Der Inhalt der Blasenzellen ist freilich farblos, die Körnchen sind dagegen braun. Die braune Farbe beruht auf einer Eisenausfällung; die Körnchen werden von einer salzsäuresauren Lösung von Ferrozyankalium blau gefärbt. Die Eisenausfällung ist wohl nachträglich in anfangs farblosen Körnchen entstanden.

An alten *Trailliella*-Fäden findet man regelmässig eine Diatomee, eine *Cocconeis*-Art, die oft mit den oben erwähnten braunen Körnchen umgeben sind. Sind solche Körnchen vorhanden, werden die Individuen bei Behandlung mit salzsäuresaurer Stärkelösung mit einem blauen Saum umgeben; die Körnchen sind jodabspaltend. Fehlen die Körnchen, fehlt auch der blaue Saum; die *Cocconeis* Individuen sind nicht jodabspaltend. SCHUSSNIG (1927. S. 217) schreibt indessen: »KYLIN meint allerdings, dass diese *Cocconeis* ebenfalls befähigt sei Jod abzuspalten». Dies habe ich nicht gemeint. SCHUSSNIG hat nicht hinreichend genau durchgelesen, was ich geschrieben habe.

Nach SCHUSSNIG (1927 S. 217) stellen die Blasenzellen von *Trailliella* Organe dar, die mit der Ablagerung und Entfernung schädlicher Stoffwechselprodukte im Zusammenhang stehen. Das Vorkommen von Jodverbindungen in den Blasenzellen sollte zugunsten einer solchen Deutung sprechen. In diesen Jodverbindungen sehe ich dagegen keine schädlichen Stoffwechselprodukte, sondern Stoffe, die unter gewissen Bedingungen der Alge nützlich sein können. Die Blasenzellen von *Trailliella* stellen meiner Meinung nach irgend eine Schutzeinrichtung gegen Tiere dar. Vgl. KYLIN 1915 S. 7; vgl. auch die Auseinandersetzung in diesem Aufsatze S. 281.

Asparagopsis und Falkenbergia.

Asparagopsis armata und *Falkenbergia Doubletii* sind jüngst von SAUVAGEAU (1925) in bezug auf ihre Jodabspaltung untersucht worden. Beide sind jodführend, entbehren

aber Blasenzellen und haben anstatt dieser in den vegetativen Zellen besondere Jodvakuolen. Nach SAUVAGEAU sollen diese Vakuolen Jod in freiem Zustande enthalten. Meiner Meinung nach dürfte es sich in beiden Fällen um labile, Jod leicht abspaltende Verbindungen handeln (vgl. *Bonnemaisonia).* Übrigens haben schon CHEMIN und LEGENDRE (1926 S. 904) nachgewiesen, dass bei *Falkenbergia* kein freies Jod, sondern irgend eine jodabspaltende Verbindung vorkommt.

Literaturverzeichniss.

CHEMIN, E. et LEGENDRE, R., Observations sur l'existence de l'iode libre chez Falkenbergia Dubletii Sauv. — Compt. Rend. de l'Académ. des Scienc., T. 183, Paris 1926.

GERTZ, O., Undersökningar över bromstärkelse och dess kemi. — Botan. Notiser 1926, Lund 1926.

KYLIN, H., Über die Blasenzellen einiger Florideen und ihre Beziehung zur Abspaltung von Jod. — Arkiv för Botanik, Bd 14, Stockholm 1915.

—, The marine red algae in the vicinity of the biological station at Friday Harbor, Wash. — Lunds Univ. Årsskr., N. F., Bd 21, Lund 1925.

MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanzen. Jena 1913.

SAUVAGEAU, C., Sur quelqucs algues floridées renfermant de l'iode à l'état libre. — Bull. de la Stat. Biol. d'Arcachon, T. 22, Bordeaux 1925.

—, Sur quelques algues floridées renfermant du brome à l'état libre. — Ebenda, T. 23, Bordeaux 1926.

SCHUSSNIG, BR., Über die Entwicklung und die Funktion der Blasenzellen bei den Florideen. — Archiv für Protristenkunde, Bd 58, Jena 1927.

Trifolium subterraneum L. funnen i Skåne.

Av J. G. Carlsson.

Den 1 juni i år företog jag med en skolklass en exkursion till sandfälten i St. Köpinge socken, belägna ung. 6 km. öster om Ystad. Vid detta tillfälle hittades en Trifoliumart, som jag fann vara av den beskaffenhet, att den borde närmare granskas. Den förekom på ett område av omkr. 3 kvm. Jag tog ett fåtal exemplar, infordrade dem, som eleverna tagit och konstaterade, då vi lämnade lokalen, att det fanns rikligt med blommande exemplar kvar.

En närmare undersökning och bestämning enl. Hallier »Flora von Deutschland» gav till resultat, att det var *Trifolium subterraneum L.* vi hade erhållit. Detta fick jag även bekräftat genom jämförelse med ett exemplar från Alençon, Frankrike, i Neumans herbarium.

Den 23 juni fick jag besök av en skolyngling ifrån Örebro, som var ute på exkursion och gärna ville veta lokalen för *Ornithopus perpusillus L.*, vilket jag också utan risk ansåg mig kunna meddela honom med hänsyn till denna arts nuvarande synnerligen ymniga förekomst på sandfälten i St. Köpinge. Han återvände ifrån sandfälten icke med *Ornithopus* utan med *Trifolium subterraneum*, fick lämna ifrån sig sina exemplar utom ett enda ark, och försäkrade han mig vid avresan, att det fanns rikligt med exemplar kvar, då han lämnade lokalen. Jag har anledning antaga, att han tagit sina exemplar på en annan växtplats än där mina togos den 1 juni.

Den 3 juli besöktes sandfälten i St. Köpinge av hrr konservator Otto R. Holmberg, Dr. N. Sylvén och grosshandl. E. Nordström med undertecknad som ciceron. Vi



Trifolium subterraneum L.

konstaterade då, att *Ornithopus* fanns i tusentals exemplar, men beklagligt nog kunde vi vid detta tillfälle ej återfinna *Trifolium subterraneum.* Detta berodde dels därpå, att den sökta arten redan övergått i fruktstadium och borrat ner fruktställningarna, dels att fälten vid vårt besök voro rikt bevuxna med andra *Trifoliumarter,* framför allt *striatum, procumbens, dubium* och *repens,* varigenom svårigheterna att finna den eftersökta arten ytterligare ökades. Jag blev

emellertid i tillfälle att förevisa i min ägo varande exemplar samt det i läroverkets trädgård inplanterade exemplaret och fick följaktligen min bestämning kontrollerad.

Exemplar av den för Sverige nya arten äro av mig överlämnade till Riksmuseum samt botaniska institutionerna i Uppsala och Lund.

Ystad den 5 juli 1927.

Rubus dasyphyllus Rog.

Av C. E. Gustafsson,

Min vän, telegrafkommissarie Th. Lange i Östersund, förut i Kristianstad, insamlade år 1925 vid Stenshuvud en Rubusform, som han tyckte hava ett från *Rubus Radula* Wh avvikande utseende. I själva verket påträffade han en för den svenska floran ny art, som jag vid bestämningen identifierade med *Rubus dasyphyllus* Rog. Den stämde icke blott med beskrivningarnas karaktärer utan även med de engelska exemplar, jag förut ägde av sagda form. För säkerhets skull sände jag den dock till min vän, den engelske Rubusspecialisten, reverent H. J. Riddelsdell, från vilken jag erhöll följande svar: »exactly Rubus dasyphyllus Rog.» Sedermera har jag erhållit den danska *dasyphyllus* från K. Friderichsen, vilken är av samma mening som jag, att någon skillnad mellan den svenska och danska formen icke förefinnes.

Denna Rubusform har av engelsmännen förut kallats *R. pallidus*, men beskrevs 1899 av W. M. Rogers i »The journal of Botany» som en från denna skild form under namnet *Rubus Kochleri* Wh & N subsp. *dasyphyllus* Rog. Focke använder i Species Ruborum p. 237 namnet *Rubus dasyphyllus* Rog., men grupperar den under *R. Kochleri*. Sudre sätter den som varietet under *R. hostilis* P. J. Müll, som han grupperar under *R. adornatus* P. J. Müll. Hr Friderichsen slutligen sätter i den danska exkursionsfloran *dasyphyllus* som var. till *R. adornatus*. Meningarna gå sålunda isär rörande dess systematiska placering. Om man enbart tar hänsyn till de europeiska bestämningsschemata, anser jag för min del, att Sudres placering är bäst, men *R. dasyphyllus* är ännu icke identifierad på kontinenten,

dess släktskap med *Koehleri, hostilis* och *adornatus* är icke bevisad och den möjligheten kan föreligga, att *R. dasyphyllus* (även om den har sin största spridning i England) i likhet med *R. Lindebergii* är en nordisk form. Under sådana förhållanden anser jag liksom FOCKE bäst använda namnet *R. dasyphyllus* Rog. Dess gruppering spelar för oss ingen roll.

Utom rörande *dasyphyllus* systematiska placering gå meningarna isär rörande dess foderblads ställning. SUDRE säger: »sepala in fructu patula»; hr FRIDERICHSEN: »baegerbladene oprette ved de halvmodne frugter». ROGER själv anmärker i The journal of Botany: »but I should perhaps point out that the sepals are, as a rule, strongly reflexed, though often rising for a short time on the fall of the petals». Denna varierande ställning på foderbladen besitter icke blott den svenska, utan även — att döma av Hr FRIDERICHSENS exemplar — den danska *R. dasyhpyllus*. Blomskaften upptill äro dock ofta så korta, att foderbladens nedvikning hindras av närsittande frukter.

Rubus dasyphyllus är liksom *R. horridus* en bland de Rubus, som ingå i en grupp, kännetecknad därav, att taggarna äro mycket olika och att de delvis kraftiga utan bestämda gränser övergå till med eller utan glandler försedda mindre taggar och borst samt skaftade glandler.

Då ROGERS beskrivning är grundad på en jämförelse med *R. Koehleri* och således är mindre njutbar för oss, tillåter jag mig att med stöd av densamma bifoga en fullständig beskrivning.

Rubus dasyphyllus Rog: turion lågt bågböjd ÷ nedliggande, kantig, ibland något fårad, i varierande grad utstående hårig och glandelrik. Taggar dels stora, något tillbakaböjda och med bredare basytor, dels mindre, mera raka och med mera runda basytor. De stora taggarna utan bestämda gränser övergående i de mindre och i med eller utan glander försedda borst. Turionbladen 5-fotade—3-fingrade, ovantill nästan kala, undertill gråaktigt filtade, med på nerverna utstående ljusa hår. Uddbladet omvänt äggrunt, med

hel bas och mer eller mindre lång spets, ungefär tre gånger så långt som sitt eget skaft. De nedersta småbladen kortskaftade, fotade, omvänt äggrunda — elliptiska, något kortare än det sammansatta bladets gemensamma skaft. Gemensamma bladskaftet något fårat, med olika taggar och glandler. Stiplerna lansettlika. Blombärande grenar kantiga, fårade, håriga, med mer eller mindre långa glandler och 3-fingrade blad. Uddbladet omvänt äggrunt — brett elliptiskt. Taggarna liksom turionens, men vanligen något svagare och mera böjda. Blomställningen smal och rätt så enkel, bildad av från bladens fästpunkter utgående nedre, korta, uppåtriktade, fåblommiga och av övre, korta, mera utstående, 1—3-blommiga pedunkler. Foderbladen efter kronbladens fall utstående, sedermera nervikta, på utsidan gråfiltade, håriga, med småtaggar och glandler. Kronbladen ljusröda. Småfrukter kala, endast med enstaka hår.

För att förstå en Rubusforms variation är det till stor hjälp, om man känner till, från vilka stamföräldrar en sekundärart utgått. För den svenska *dasyphyllus* kan man knappast gissa på andra än *R. Lindebergii* och *R. radula*, så framt formen har uppstått på Stenshuvud. Dess habitus i stora drag tyder på sådan härstamning. Men ett par karaktärer finnas dock, som icke passa in. Hårigheten är visserligen varierande, men den kan vara större än hos var och en av de proponerade föräldrarne. Härvid är dock att märka, att *Lindebergii* kan vara ganska täthårig, fastän håren äro så korta, att turionen för blotta ögonen ser ut som kal. Dessutom är hos *dasyphyllus* blomställningen mera smal och enkel, än man skulle vänta sig hos en sekundärart från *Lindebergii* och *radula*.

Skulle den proponerade härstamningen icke vara acceptabel, så torde väl *R. dasyphyllus* invandrat till Stenshuvud från Jutland, då direkt invandring från England är mindre sannolik.

Dem, som besöka Stenshuvud, vill jag ombedja fara

varsamt fram med denna intressanta Rubusform. Då länsträdgårdsmästaren därstädes satt den i sin trädgård för bärens skull, kunna intresserade botanister säkerligen få se den hos honom.

Trälleborg den 1 Mars 1926.

Botaniska Notiser 1927, Lund 1927.

Kremlor, Russulæ.

Av Hugo Silfversparre.

Emedan kremlorna äro bland våra såväl läckraste som vanligaste svampar böra de användas långt mer än vad hittills varit fallet. För de som endast önska veta vilka av dem som äro ätliga och vilka av dem som äro oanvändbara till födoämnen möter ingen svårighet. Det är nämligen lättare än vid några andra svampar, emedan smaken därvid helt och hållet är avgörande hos kremlorna.

Alla kremlor, som i rått tillstånd hava angenäm smak äro ätliga, de åter som hava skarp smak äro oanvändbara.

Om det vore så lätt att bestämma alla ätliga och oanvändbara svampar behövdes ej några kunskaper om svamparna, om man ej vill lära sig att skilja de olika arterna. Många av våra giftigaste svampar hava nämligen ej alls obehaglig smak t. ex. flugsvampar och en del giftiga rörsoppor.

För de åter, som även önska lära sig skilja de olika arterna kremlor från varandra, möter däremot många gånger mycket stora svårigheter, emedan de olika arterna kunna vara mycket lika varandra.

Att endast taga hattens färg som bestämmande för de olika arterna är många gånger svårt, emedan den hos samma art kan vara mycket växlande t. ex. hos Russula integra, Mandelkremlan, kan den vara av olika skiftningar i rött, brunt och svart och hos R. ælutacea, Ägg-kremlan, kan den vara rosenröd, violettröd, med eller utan gul inblandning och blekare gul eller grön mitt, stundom helt olivfärgad, blek eller mattgul o. s. v.

Det är därför skäl uti, att vid bastämmandet av arterna

även taga hänsyn till skivornas färg. Denna växlar visserligen också på så sätt, att de hos unga exemplar äro vita, bleka eller gula. Hos äldre exemplar äro skivorna däremot alltid av bestämd färg.

För att på grund av hattens skiftande färg slippa från att beskriva samma art flere gånger medelas här nedan först en tabell över Kremlorna efter skivornas färg i vita, bleka och gula, och menas därmed skivornas färg hos de fullt utbildade svamparna. Därefter meddelas en tabell med hattens färg som bestämmande, varvid på grund av dennas många gånger skiftande färg samma svamp måhända omnämnes två eller flera gånger. I denna tabell hänvisas vid varje art till det n:r i tabellerna, där skivornas färg är bestämmande, där beskrivning över svampen förekommer.

Vilka svampar äro kremlor? Kremlor äro skivsvampar, som hava köttet fast och sprött, foten kan ej upprispas i trådar, och svampen saknar mjölksaft. Detta till skillnad från riskorna, som även hava köttet fast och sprött, men hava mjölksaft.

Tabell över kremlorna med fröskivornas färg som bestämmande för arten.

I. Med vita fröskivor.

N:r 1. *Russula delica;* Trattkremla. Hela svampen kompakt, trattlik, med i början inrullad kant. Hatten vit eller gråvit. Fot vit, kort och tjock. Skivorna nedlöpande vita, stundom svagt grönaktiga. Fröstoftet vitt. Smaken nästan mild.

Förekomst barr- och lövskog.

N:r 2. *R. ochrolucea;* Skarp Gulkremla. Hatt citrongul, blekgul eller ockragul, kanten slutligen fårad och delvis grånande. Foten vitgrånande. Skivor vita. Fröstoftet vitt. Skarp smak.

Förekomst barrskog.

N:r 3. *R. Heterophylla;* Gaffelkremla. Hatten har i början mycket obestämd färg, en blandning av grönt, gulbrunt, grått eller violett, men blir slutligen enfärgat mörkgrön. Foten vit, stundom med violett ton. Skivorna vita, gaffelgreniga. Fröstoftet vitt. Mild smak.

Förekomst lövskog mest i södra Sverige.

N:r 4. *R. Vesca;* Kantkremla. Hatten vitröd, röd, brunröd eller köttfärgad. Fot vit och fast, skivor vita, täta. Fröstoft vitt. Hattens överhud når vanligen ej fram till hattens kant, härav det svenska namnet. Mild smak.

Förekomst barr- och lövskog.

N:r 5. *R. virescens;* Rutkremla. Hatten grönfläckig på vit botten, är i början beklädd med en vitgrön skorpa, som snart spricker sönder i rutor eller fläckar. Fot vit, grov. Skivor vita. Fröstoft vitt. Mild smak.

Förekomst barr- och lövskog.

N:r 6. *R. lepida;* Fagerkremla. Hatten köttröd eller blodröd, sammetsluden, som äldre oftast urblekt. Fot vit, nedtill vanligen röd. Skivor vita. Fröstoft vitt. Mild smak.

Förekomst lövskog, helst bland ekar.

N:r 7. *R. lilacea;* Lila kremla. Hatten violett, rödgul eller brunaktig, i början torr och pudrad, sedan med fårad kant. Fot vit med röda fläckar. Skivor vita. Fröstoft vitt. Mild smak.

Förekomst barrskog.

N:r 8. *R. fragilis [emetica];* Skörkremla. Hatten blodröd, purpurröd, svartröd eller brungredelin, stundom med inblandning av grönt, i kanten slutligen fårad, i väta klibbig eller slemmig, 3 till 9 cm. bred. Foten vit, lös och bräcklig. Skivor vita. Fröstoft vitt. Skarp smak.

Förekomst barr- och lövskog.

II. Med bleka (vitgula) fröskivor.

N:r 9. *R. Nigricans;* Svartkremla. Hatt rökgrå eller brunsvart, blir en stund efter brytning köttröd, slutligen

alldeles svart. Fot vit. Skivor bleka. Fröstoft blekt. Obehaglig lukt. Smaken mild, men är svampen till följd av den obehagliga lukten oanvändbar till föda.

Förekomst barr- och lövskog.

N:r 10. *R. adusta;* Svedkremla. Hatt vitaktig, rökgrå, brunsvart, kompakt. Fot vit, gråaktig. Skivor bleka, täta. Fröstoft blekt. Köttet blekt, hos äldre exemplar svartnande. Skarp smak.

Förekomst barr och lövskog.

N:r 11. *R. consobrina:* Brännkremla. Hatt gulgrå eller gråbrun. Foten vit med grå fläckar, slutligen helt grånande. Skivor bleka. Fröstoft blekt. Skarp smak.

Förekomst barrskog.

N:r 12. *R. cyanoxanta;* Brokig mellankremla. Hatt i kanten violett eller grönaktig, i mitten vanligen gul eller grönaktig. Fot vit eller gredelin. Skivor gaffelgreniga, bleka. Fröstoftet gräddgult. Mild smak.

Förekomst lövskog, helst bland bokar.

N:r 13. *R. foetens;* Stinkkremla. Hatt brungul, smutsbrun, fast i väta, slemmig, kanten fårad. Fot vit invändigt med trapplika avsatser. Skivor bleka. Fröstoftet blekt. Lukt vidrig. Skarp smak.

Förekomst barr- och lövskog.

N:r 14. *R. fellea;* Gallkremla. Hatt halmgul med brunaktig mitt och och fårad kant. Fot vit. Skivor bleka. Fröstoftet vitt. Skarp smak.

III. Med gula fröskivor.

N:r 15. *R. flava;* Mild gul kremla. Hatt enfärgat gul. Fot vit, gråaktig. Skivor först vita sedan gräddgula. Fröstoftet gräddgult. Hela svampen slutligen grånande. Mild smak.

Förekomst barr- och lövskog, fuktiga ställen.

N:r 16. *R. decolorans;* Tegelkremla. Hatt gulröd, tegelfärgad, i början med klibbig kant. Fot vit, gråaktig. Skivorna först vita sedan gräddgula. Fröstoftet gräddgult. Hela svampen slutligen grånande. Mild smak.

Förekomst barr- och lövskog.

N:r 17. *R. vinosa;* Vinkremla. Hatt vinröd med i början pudrad kant. Skivorna först vita sedan gräddgula. Fröstoftet gräddgult. Hela svampen slutligen mer eller mindre grånande. Mild smak.

Förekomst barrskog.

N:r 18. *R. elatior;* Storkremla. Hatt purpurröd, tegelröd, gulröd, 6—15 cm. bred med fuktig slät å äldre exemplar fårad kant. Fot lång rödlätt. Skivor först vita sedan gräddgula. Fröstoftet gräddgult. Smak hos unga ex. skarp, hos gamla vanligen mild.

Förekomst barrskog.

N:r 19. *R. Ærugina;* Björkkremla. Hatt grön, grågrön, blågrön, vit-grå-grön slutligen med fårad kant. Fot vit. Skivor först vita sedan gräddgula. Fröstoftet gräddgult. Smak hos unga ex. något skarp, hos gamla mild.

Förekomst barr- och lövskog, mest bland björkar.

N:r 20. *R. lactea;* Vitkremla. Hatt mjölkvit eller gulaktig, sammetsartad. Fot vit. Skivor först vita sedan gräddgula. Fröstoftet gräddgult. Mild smak.

Förekomst lövskog.

N:o 21. *R. Sanguinea,* Blodkremla. Hatt blodröd, kanten vitaktig, slät. Fot rödlätt. Skivor gula, oftast nedlöpande, några gaffelgreniga. Fröstoftet gräddgult. Skarp smak.

Förekomst barr- och lövskog.

N:r 22. *R. sardonia;* Tårkremla. Hatt vanligen purpurfärgad, stundom mörkviolett, brun, grönbrun eller olivfärgad. Fot violett gråaktig. Skivor i början svavelgula

och tårstänkta sedan gräddgula. Fröstoftet gräddgult. Hela svampen fast och hård. Skarp smak.

Förekomst barrskog.

N:r 23. *R. puellaris;* Siennakremla. Hatt orent lilaröd, olivbrun eller gulgråaktig, röd med mörkare nästan svartbrun diskfläck, kanten fårad. Fot vit. Hela svampen slutligen gult siennafärgad. Skivorna först vita sedan gräddgula. Fröstoftet gräddgult. Mild smak.

Förekomst barrskog.

N:r 24. *R. graveolans xerampolina;* Sillkremla. Hatt vanligen djupröd, purpurröd med eller utan mörkare mitt, stundom orent röd eller rödbrun med en blandning av oliv, sällan helt olivfärgad. Fot rödlätt eller delvis gul, sällan helt vit, vid tryck liksom hatten först gul sedan smutsbrun. Skivorna först vita sedan gräddgula. Fröstoftet gräddgult. Lukten mest hos äldre och torra exemplar påminner om sillake. Mild smak.

Förekomst barr- och lövskog.

N:r 25. *R. veternosa;* Beskkremla. Hatt blodröd eller klart ljusröd, som äldre delvis vit. Fot vit. Skivor först vita sedan gräddgula. Fröstoftet gräddgult. Smak skarp eller härsken.

Förekomst lövskog.

N:r 26. *R. aurata;* Guldkremla. Hatt delvis guldgul eller citrongul, stundom med mörkröd eller brun färgton. Fot vit eller gulaktig. Skivorna först vita sedan gula. Fröstoftet äggult.

Förekomst lövskog.

N:r 27. *R. badia;* Pepparkremla. Hatt brun eller rödbrun. Fot vit eller rödaktig. Skivor först vita sedan gula. Fröstoftet äggult. Skarp smak.

Förekomst barrskog.

N:r 28. *R. integra;* Mandelkremla. Hatt brun, rödbrun eller svartbrun. Fot vit, stundom rödaktig. Skivor först vita sedan gula. Frostoftet gult. Mild smak. Ar ofta lik

föregående art, man bör därför avsmaka varje exemplar för att undvika förväxling.

Förekomst barr- och lövskog.

N:r 29. *R. alutacea*; Äggkumla. Innefattar flere, av vilka några kunna förväxlas med föregående art. Alla arterna hava mild smak, men liknande arter med skarp smak finnes, man bör därför avsmaka varje ex.

De vanligaste formerna äro.

1) Hatt rosenröd, violettröd med eller utan grön inblandning och blekare gul eller grönaktig mitt.

Fot vit eller röd. Skivorna först vita, tidigt gula. Fröstoftet ägg-gult.

2) Hatt klart gul 2—8 cm. bred.

3) Hatt blekt rödgul 4—7 cm. bred.

4) Hatt röd, brun violettbrun, rödbrun olivbrun med eller utan violett färgton i mitten än mörkare svartaktig än ljusare gul eller grönaktig, 4—7 cm.

Fot, skivor och fröstoft hos alla arterna lika med N:r 1.

Tabell över kremlorna med hattens färg som bestämmande för arten.

I. Vita arter.

1. Hatten vit med grå färgton. *R. delica* n:r 1, *R. adusta* n:r 10, *R. lactea* n:r 20.

2. Hatten vit med grön färgton. *R. virescens* n:r 5.

II. Grå och bruna arter.

1. Hatten rödgrå eller gråbrun. *R. nigricans* n:r 9.

2. Hatten brunaktig eller olivbrun. *R lilacea* n:r 7, *R. puellaris* n:r 23, *R. integra* n:r 28.

3. Hatten gulbrun eller grågul. *R. consobrina* n:r 11, *R. foetens* n:r 13, *R. alutacea* n:r 29.

4. Hatten brunröd eller brunsvart. *R. badia* n:r 27, *R. integra* n:r 28.

III. Gula arter.

1. Hatten guldgul eller citrongul. *R. ocrolucea* n:r 2, *R, flava* n:r 15, *R. aurata* n:r 26.

2. Hatten vitgul. *R. sardonia* n:r 22, *R, graveolans (xerampolina)* n:r 24, *R. alutacea* n:r 29.

3. Hatten halmgul eller brungul. *R. foetens* n:r 13, *R. fellea* n:r 14.

IV. Gröna arter.

1. Hattan med röd eller violett färgton. *R. heterophylla* n:r 3, *R. virescens* n:r 5, *R. fragilis (emetica)* n:r 8, *R. ærugina* n:r 19.

V. Röda arter.

1. Hatten tegelfärgad eller gulbrun. *R. decolorans* n:r 16, *R. elatior* n:r 18, *R. aurata* n:r 26.

2. Hatten rosenröd eller purpurröd. *R. lepida* n:r 6, *R. sardonia* n:r 22.

3. Hatten kötttröd. *R. vesca* n:r 4, *R. lepida, R. fragilis (emetica)* n:r 8.

4. Hatten vinröd. *R. vinosa* n:r 17.

5. Hatten blodröd, rödbrun, gulröd. *R. lepida* n:r 6, *R. fragilis (emetica)* n:r 8, *R. elatior* n:r 18, *R. sanguina* n:r 21, *R. puellaris* n:r 23, *R. graveolans (xerampolina)* n:r 24, *R. veternosa* 25, *R. badia* n:r 27, *R. integra* n:r 28, *R. alutacea* n:r 29.

VI. Violetta arter.

1. Hatten grönviolett. *R. cyanoxanta* n:r 12.

2. Hatten brunviolett. *R. lilacea* n:r 7, *R. fragilis emetica* n:r 8, *R. graveolans R. (xerampolina)* n:r 24.

Om ovanstående tabeller användas bör det ej bliva någon svårighet att skilja åtminstone de flesta arterna kremlor från varandra.

Botaniska Notiser 1927, Lund 1927.

Rubus caesius L. × plicatus Whe.

Av O. J. Hasslow.

En dag i början av augusti förra året företog jag en utflykt till en plats å Hanaskogs gods, som är beläget inom min församling Kviinge i nordöstra Skåne. Avsikten var att se efter *Arctium*-hybrider, av vilka jag där under årens lopp tagit alla de i Sverige förekommande.

Några *Arctium*-hybrider fann jag denna gång icke, enär lokalen, där arterna brukat växa om varandra, nyligen blivit upprödd och förvandlad till åker. I stället fick jag i närheten, alldeles utmed vägen, syn på en *Rubus* med felslagna frukter, som jag redan vid första anblicken på grund av dess habitus ansåg vara hybrid av *R. coesius* och *plicatus*, något som jag även fann bestyrkt vid en närmare granskning av dess morfologiska detaljer. Många gånger hade jag kommit samma väg utan att ge akt på beståndet, vilket väl berott därpå, att det förut varit delvis dolt av buskar, som nu voro borthuggna, och att det dessutom är till stor del övervuxet av humle. Denna gång röjde sig ett par turioner, som sköto fram över vägkanten.

Lokalen är belägen vid västra sidan av en väg, som från Hanaskogs kalkbrott leder till gården Truedstorp, strax norr om ett par i varandras närhet liggande statlius, på en plats som av viss anledning fått den något humoristiska benämningen »Trätan». Troligtvis genom vegetativ förökning har hybriden spritt sig längs en sträcka av omkring tjugo meter, där det finns ett flertal buskar av densamma.

Till följd av sin lösa konsistens tyckas turionerna icke rätt väl uthärda vintern. Föregående årets turioner hade därför skjutit blomskott endast från sin nedre hälft, under

det att de i övrigt hade dött, och flera av dem lågo till nästan hela sin längd döda. Ändå hade ju vintern 1925—26 icke varit synnerligen hård,

De *Rubus*-arter, som finnas i nejden eller inom de närmaste socknarne, äro icke många. Av de buskartade är det, utom *idaeus* och *caesius* endast *plicatus, suberectus, Lindebergii* — den sistnämnda på två lokaler inom Kviinge socken — samt *Wahlbergii* och *acuminatus*. Då det är uppenbart, att *R. caesius* ingår, har man således icke mycket att välja på vid avgörandet, vilken den andra av föräldrarna kan vara till den vid Hanaskog nyfunna hybriden. Och emedan särskilt blomskottets utseende samt kronbladens ljusröda färg utom andra i nedanstående beskrivning nämnda karaktärer tydligt visa hän till *R. plicatus*, kan man utan tvekan bestämma den såsom *Rubus caesius* × *plicatus*.

För att få höra ett omdöme av en erfaren *Rubus*-specialist sände jag emellertid ett par exemplar till apotekaren K. FRIDERICHSEN i Kjellerup. Likasom jag själv fäste han sig vid inflorescensens likhet med den hos *R. plicatus*, varför han skrev, att växten »sandsynligvis er rigtig bestemt». Reservationen innebar, att »man godt kan taenke sig, at hvis *R. Scheutzii* forekommer ikke for langt borte, den da kunde vaere *R. caesius* × *Scheutzii*, hvis ikke Egenskaber fra *R. plicatus* saerlig traadte frem.» Då emellertid *R, Scheutzii* icke är känd från närmre håll än Smålandskusten, är ju denna art utesluten såsom medverkande vid här ifrågavarande hybridbildning.

Även i augusti detta år har jag besökt lokalen och funnit hybriden frodigt vegeterande. Jag kunde därvid icke upptäcka en enda småfrukt på hela beståndet, under det att förra året en eller annan sådan befanns vara utbildad; man kunde den gången uppskatta dessas antal till en eller högst två på tusendet. En turion för året hade tagit sig för att blomma i förtid, såsom förhållandet ofta är hos *R. caesius* × *idaeus*.

Enär *R. caesius* × *plicatus*, så vitt jag vet, icke förut är känd från Sverige och åtminstone icke är beskriven från

vårt land, har jag velat här meddela fyndet och på samma gång lämna beskrivning över växten.

Sequitur descriptio.

Hybrida sterilis vel proxime sterilis. Turiones quinquangulares, turiones secundarios longos saepe emittentes, glabri et eglandulosi, aculeis raris muniti, inferiore parte lateribus planis, superiore aliquanto excavatis, parte infima humiliter arcuati, mm circiter septem crassi, satis solidi, colore rubenti, cetera autem et majore parte humi incubentes, minus solidi, subvirides. Aculei solidi, mm circiter tria longi, e basi oblonga parum curvati, inclinati, plerumque rubentes, acumine flavo. Folia turionum magnitudine eadem qua turionum Rubi plicati folia, sed multo magis distantia longiusque petiolata, colore laetius viridi et praecipue in turionibus secundariis satis plicata, duplicato—serrata, supra glabra, infra cum raris pilis, quinata aut, si ternata sunt, foliolis lateralibus bipartitis; foliolum terminale rotundato—cordatum, ut in Rubo plicato subito breviterque acutum, foliola lateralia ovata, breviter acuta, sessilia, vel intermedia duo rarius cum petiolis usque ad 1 cm longis. Rami floriferi eglandulosi, sicut in Rubo plicato ramosi et armati, sed jam ex angulis foliorum inferiorum florentes, aculeis non multo minoribus; folia ternata, superiora autem simplicia, foliola late ovata aut interdum cuneata, breviter acuta, laciniatim duplicato—serrata. Petala subrosea. Carpella, si fere adsunt, nigra.

Habitat in fundo Hanaskog in Scania Sueciae provincia.

Ny växtlokal för Rubus idæus subsp. anomalus.

Som växtlokal i Dalsland för *Rubus idæus L. subsp. anomalus* Arrh. är undertecknad i tillfälle meddela, att en form av densamma, *Rubus idæus* L. × *anomalus* Arrh. f. *simplicior* Brenn., upptäcktes av bokhållaren Per Joh. Örtengren år 1898 den 23/6 vid Melleruds Ödgård invid allm. landsvägen från Norge till Mellerud, Dalsland. Följande år, 1899 22/6, upptäckte Örtengren på samma ställe *Rubus idæus* L. × *anomalus* Arrh. Sedermera har undertecknad träffat den mellan åren 1900—1904 på nämnda plats i några få ex. bland talrika individ av huvudarten. Jordmånen sten- och grusblandad lättare lerjord.

Dals-Rostock den 14/3 1927.

J. Henriksson, Rektor.

Botanikprofessuren i Lund. Till innehavare av den efter professor Sv. Murbeck lediga professuren i botanik har utnämnts docenten vid Upsala universitet Thore Fries.

Herbarium till salu.

På grund av bristande utrymme försäljes ett nästan fullständigt skandinaviskt herbarium, 7,000—8,000 nummer.

Lektor *Ernst Rönnblad.* Norrköping.

INNEHÅLL.

Lund, Carl Bloms boktryckeri. 20/10 1927.